

経営研究

福山平成大学経営学部紀要

第 9 号 2013年3月

目 次

<論文>

- 『沽上題襟集』について市瀬信子 1
- 経営分析支援ソフトの開発尾崎 誠・芝田全弘 23
- 日本における会計基準のコンバージェンスをめぐる動向芝田全弘 39
- College Analysisによる物理シミュレーション1福井正康 53
 —質点系の運動・惑星シミュレーション—
- College Analysisによる物理シミュレーション2福井正康 81
 —電荷と電場・電流と磁場—
- 社会システム分析のための統合化プログラム20福井正康・石丸敬二・尾崎 誠 107
 —システムダイナミクス・定積分・常微分方程式—
- あきんどスシローの海外進出と知識移転白 貞壬・徐ウンジ 127

<教材>

- 簿記問題の解き方と注意点飯塚 勲 147
- 2012年度研究業績一覧 233

福 山 平 成 大 学

『沽上題襟集』について

福山平成大学経営学部紀要
第9号(2013), 1頁-22頁

『沽上題襟集』について

市 瀬 信 子

福山平成大学経営学部経営学科

要旨：清代乾隆期は、詩会活動が活発な時代であった。中でも各地で富裕な商人たちが豊富な蔵書を誇り、また詩会を主催して詩壇の隆盛をもたらしたことは、この時期の特徴的な現象であったといえる。その中で、詩人袁枚が記した商人主催の詩会隆盛の場は、揚州、天津、杭州の三箇所である。

長江下流の揚州、杭州は地域が近く、歴史的にも文学、学問、芸術が栄えた地である。それに対して天津は、北京に近く、運輸の拠点としては知られるものの、文学者を輩出する土地柄ではなかった。そこに乾隆年間、一時的に詩人が集い、詩壇隆盛の時代を迎えたのである。天津の詩壇の中心となったのは、塩商査為仁、査礼兄弟であり、詩会は彼らの「水西荘」で開催された。『沽上題襟集』は水西荘での詩会の詩を収録したものである。『沽上題襟集』は、天津の文化史の一端を記すものであり、また詩会活動を知る上でも貴重な資料である。そこで、本稿では、序文、詩人の構成、詩の内容から「沽上題襟集」とはどのようなものであるかを明らかにし、当時の詩会活動の一端に迫る。

キーワード：水西荘、天津、沽上題襟集

はじめに

清代乾隆時代の初め、商人が自分の別荘や園林を利用して蔵書を貯え、文人を集めて詩会を開く、という活動が各地で盛んに行われた。それは詩の唱酬という文化を時代に定着させ、一時代の特色ある文化を築きあげたといってもよい。その様子を袁枚は、次のように記している。

昇平日久、海内殷富、商人士大夫慕古人顧阿瑛、徐良夫之風、蓄積書史、広開壇坫。揚州有馬氏秋玉之玲瓏山館、天津有查氏心穀之水西荘、杭州有趙氏公千之小山堂、吳氏尺牘之瓶花齋、名流宴咏、殆無虛日。
(『隨園詩話』卷三-六〇)

昇平日久くして、海内殷富、商人士大夫 古人顧阿瑛、徐良夫の風を慕い、書史を蓄積し、広く壇坫を開く。揚州に馬氏秋玉の玲瓏山館有り、天津に查氏心穀の水西荘有り、杭州に趙氏公千の小山堂、吳氏尺牘の瓶花齋有り、名流宴咏し、殆ど虚日無し。

ここに記されているのは、揚州の馬曰琯の玲瓏山館、天津の查為仁の水西荘、杭州の趙昱の小山堂、吳焯の瓶花齋という、三地域における、商人でありながら知識人としても認められた人々の文化活動のようすである。彼らの共通点は、「蓄積書史」つまり、多くの蔵書を誇ったという点と、「広開壇坫」つまり、大規模の詩壇を形成した点である。

これら三地域の中で、揚州と杭州は江南の地域に属し、歴史的に文学や芸術などが盛んだった地域である。一方天津は北京の近くにありながら、文学が盛んであったとは言い難い。天津が、詩において江南の二地域と同列に論じられるということは、歴史的にも極めて異例のことである。袁枚がとりあげた天津の查為仁の活動は、文学不毛の地に文学隆盛の時代をもたらした、歴史的イベントといえよう。そもそも天津の文学的風土はどうであったかを、天津の人、王又樸の文からみてみよう。

余郷雖密邇京師、然于明成祖始建、蓋軍衛地也。…東南百里之近即海、四方客之逐魚塩者趨如鶩。以故好学能文之士、數百年卒無聞焉。

(王又樸『詩礼堂雜纂』「詩礼堂古文序」)

余の郷 京師に密邇たりと雖も、然れども明の成祖に于て始めて建てられ、蓋し軍衛の地ならん。…東南百里の近きは即ち海にして、四方の客の魚塩を逐う者^{おもむ}趨くこと^{あひる}鶩の如し。故を以て好学能文の士、數百年^{つい}卒に聞くこと無し。

北京に近いとはいえ、天津は明代に開かれたばかりの地で、決して都会ではなく、むしろ漁業や塩業に携わる人々の集まる場所であって、文学的風土ではなかったといえるので

ある。そのため学問文学を好む士大夫は現れたことがなかった。それが清代になり、初めて文壇らしきものが現れる。

大抵津門詩学、倡其風者、推遂閑堂張氏為首。繼之者、則于斯堂查氏也。張氏自魯庵方伯、帆齋舍人、広開館舍、延接名流。一時往来其家者、若趙秋谷、吳蓮洋、姜西溟、汪退谷、方百川、靈臯、洪昉思、張石松、王清淮、馬清痴諸先生、而邑先輩則有梁崇此、李大拙、竜東溟、黄六吉、査漢客諸公、同時唱和、翕然大振。査氏自蓮坡老人築水西莊館、客一時有万循初、江槐堂、陳香泉、高南村、杭大宗、斉次風、朱導江、陳蘭雪、陳石汀、周月東、僧高雲諸名輩、遂主齊盟。

(梅成棟『津門詩鈔』「津門詩鈔弁詞」)

大抵津門の詩学、其の風を倡する者は、遂閑堂張氏を推して首と為す。之を継ぐ者は、則ち于斯堂査氏なり。張氏は魯庵方伯、帆齋舍人より、広く館舍を開き、名流を延接す。一時其の家に往来する者は、趙秋谷、吳蓮洋、姜西溟、汪退谷、方百川、靈臯、洪昉思、張石松、王清淮、馬清痴諸先生のごとくして、邑の先輩には則ち梁崇此、李大拙、竜東溟、黄六吉、査漢客の諸公有り、同時に唱和し、翕然として大いに振う。査氏は蓮坡老人の水西莊館を築きてより、客には一時万循初、江槐堂、陳香泉、高南村、杭大宗、斉次風、朱導江、陳蘭雪、陳石汀、周月東、僧高雲の諸名輩有り、^{たが}遂いに^{つかさど}齊盟を主る。

この「弁詞」について、松村昂氏は、「天津の詩学が盛んになったのは、まず康熙・雍正年間に永平府撫寧出身の張霖（号は魯菴、貢生）と張靄（号は帆齋、貢生）が、書室である遂閑堂を開放して趙執信や洪昇ら各地の多くの「名流」を延きいれ、ついで順天府宛平出身の査為仁（字は心穀、号は蓮披、1693－1749）が水西莊を築いて杭世駿らの「名輩」を招きいれ、天津の青年たちも彼らと唱和するなかで詩人として成長し、あるいは進士となったからであるという。」¹⁾とまとめている。つまり、詩が盛んではなかった津門（天津）では、特定の個人が自分の屋敷に外から文人墨客を招き入れる形で、詩壇の隆盛を迎えたのである。まずは張氏の遂閑堂、それについて多くの名だたる詩人を集めたのが、査蓮坡つまり査為仁の水西莊である。この水西莊での唱酬を集めたものが『沽上題襟集』である。

査氏の水西莊について、最もまとまった研究を残している劉尚恒氏は、水西莊の主要な活動の一つとして「詩詞酬唱」をあげ、「唱酬には賓客と園林主との間で交わされた贈答酬唱、亭林の景色の題詠、佳節の分詠、旅遊中の景物吟詠が含まれる。これらの詩詞は賓客、主人それぞれの詩文集に収録される他、最も集約され、最も代表的なものは査学礼が編輯した『沽上題襟集』の中にみえる。」²⁾と述べている。このように『沽上題襟集』

が、水西荘での唱酬の実態を示す貴重な資料であることは疑いない。

しかし、日本では『沽上題襟集』が公の図書館に所蔵されていることが確認されず、また研究もほとんど行われていない。中国では劉尚恒氏の天津査氏水西荘に関する一連の研究があるが³⁾、詩集に深く踏み込むものではない。そもそも清代の一地方の唱酬詩集など、個人の詩集ほどには注目されることはなかったのである。近年、揚州の馬氏小玲瓏山館の活動については、商人の文化活動として歴史研究が進みつつある。一方天津の詩壇についての研究は、天津以外の地では盛んとはいえない。よって中国でも『沽上題襟集』についての研究は進んではいないのが実情だ。

しかし、多くの詩人を外から招き入れたこと、またその詩人たちが、同時期に他の地方での詩壇活動にも参加していることから考えて、水西荘での唱酬を一地方の限定された文学活動としてのみとらえるのは不適當であり、一時代の広範囲に渡る文学活動の一環として捉え直す必要がある。その資料となりうるのが、『沽上題襟集』である。

そこで、本稿では、この詩集がいかなるものかを、版本、成立の経緯、収録された詩人など各方面から検討し、その文学史上の特徴を明らかにしたい。

1. 査氏兄弟と水西荘

水西荘はそもそも、査為仁の父親である査日乾が雍正年間の最初に建造したものである。査日乾の息子である査為仁、査為義、査為礼兄弟の時、水西荘は多くの客人を招き、天津のみならず、中国全土に名を知られる文化の発信地として発展した。その様子は以下のように記されている。

宛平査氏兄弟三人、長為仁、字心穀、康熙辛卯舉人、工詩詞。撰蔗塘詩集□卷、外集□卷、蓮坡詩話三卷、与厲太鴻徵君鶚同註絶妙好詞箋七卷。次為義、字履方、安徽太平府通判、工詩詞。次為礼、字恂叔、以貲郎官至湖南巡撫、工詩詞。撰銅鼓書堂遺稿三十二卷、内詩廿四卷、詩余三卷、文四卷、詞話一卷。……査氏世居京師、以業塩致富、置別業於天津、名水西荘。交納四方名彦、賓至如歸、樽酒唱和無虚日、与江都馬曰璐、曰琯兄弟小玲瓏山館南北相輝映。時当承平、不特士大夫喜読書研詩文、即塩商亦篤好風雅、能自樹立如此、洵国朝之盛事、古今之佳話也。

(『長楚齋隨筆』卷九「査為仁兄弟三人撰述」)

宛平査氏兄弟三人、長は為仁、字は心穀、康熙辛卯の舉人にして、詩詞に工。蔗塘詩集□卷、外集□卷、蓮坡詩話三卷を撰し、厲太鴻徵君鶚と共に絶妙好詞箋七卷に註す。次は為義、字は履方、安徽太平府通判にして、詩詞に工。次は為礼、字は恂叔、貲郎官を以て湖南巡撫に至り、詩詞に工。銅鼓書堂遺稿三十二卷、内詩廿四卷、詩余三卷、文四卷、詞話一卷を撰す。……査氏世よ京師に居り、塩を業とするを

『沽上題襟集』について

以て富を致し、別業を天津に置き、水西荘と名づく。四方の名彦と交納し、賓の至ること帰するが如く、樽酒唱和して虚日無く、江都の馬曰璐、曰琯兄弟の小玲瓏山館と南北相輝映す。時承平に当たり、特士^{ただ}大夫の読書を喜び詩文を研ぐのみならず、即ち塩商も亦た篤く風雅を好み、能く自ら樹立すること此の如し、^{まこと}洵に国朝の盛事、古今の佳話なり。

水西荘では、四方から名士が訪れ、査氏兄弟と交流をかさね、連日詩酒の会が開かれたとある。塩商がこのように詩を好み、詩壇をもり立て、自らも詩人として自立していたことは「国朝の盛事、古今の佳話」と評されるべきことであった。袁枚が『随園詩話』の中で「商人士大夫」と称しているように、当時は商人が知識人としての教養も備えた上で、財にまかせて豊富な蔵書を誇り、また出版を担い、多くの詩人を集めて詩会を主催するという活動がにわかに盛んになった。中でも自身も詩人としてまた学者として認められ、文人達の信頼を得ていたのは、査氏兄弟と揚州の馬氏兄弟であり、拠点となった天津の水西荘、揚州の小玲瓏山館には、当代の名士たちがひきもきらず訪れたのである。

劉尚恒氏によれば、査為仁が世を去る乾隆十四年まで、往来した賓客は百を以て数えられるほどであったといい、賓客が慕う水西荘の主人、査氏兄弟も、当時いずれも詩人、学者として名があった。しかし、『沽上題襟集』は、詩人一人ずつに一卷を割き、数十から百首余りの詩を収録するのであるが、次男の為義は附録の部分に一首が載せられるのみであり、詩人としての知名度は低い。そこで、『沽上題襟集』の代表的な詩人として、査氏兄弟の査為仁と査為礼についてのみ簡単に紹介しておく。

査為仁は、一名は成蘇、字は心穀、蓮坡と号した。宛平つまり北京の人である。康熙三十三年に生まれ、乾隆十四年に没した。康熙五十年に、順天郷試第一位合格という華々しい成績を上げたのであるが、その時に不正入試に荷担したという罪名を着せられ、父の査日乾とともに投獄された。結局査為仁は8年間を獄中で過ごす。査為仁の「花影庵集自序」によれば、その間は板葺きの家に幽閉された状態で、様々な人と倡和しており、『花影庵集』はその折の作品を収録している。その後康熙五十九年に釈放され、雍正元年には父査日乾が作った水西荘に移る。水西荘では、多くの書籍を貯え、多くの客人を迎えて盛んに唱和した。

査為仁、字心穀、宛平人。康熙五十三年挙人、有蔗塘未定稿。……蓮坡先生早賦鹿鳴、被訐得罪数年、而後得釈、因發憤讀書、博通典故。所居天津水西荘、貯書万卷、南北往来名士、如万柘坡、厲樊榭、趙飲谷等、無不攬環結佩延主其家、相与研詩詞書画。

(『湖海詩伝』卷十三)

査為仁、字は心穀、宛平の人。康熙五十三年の挙人、蔗塘未定稿有り。……蓮坡先生早に鹿鳴を賦し、^{あば}計かれて罪を得ること数年、而る後 ^と積かるを得、因りて発憤讀書し、典故に博通す。居る所の天津水西荘、書を貯うること万卷、南北往来の名士は、万柘坡、厲樊榭、趙飲谷等の如く、^{やど}攬環結佩して延かれて其の家に主らざるは無く、相与に詩詞書画を^{みが}研く。

査為仁の『蓮坡詩話』には、彼が交流をもった同時代の著名な詩人たちが数多く収録され、査為仁が文学を通じての交流を重んじ、多くの文人を愛したことがうかがえる。

査為礼は、原名は為礼であるが、学礼という名で知られ、『沽上題襟集』では査学礼と記される。よって、本稿では査学礼の名を用いる。また査礼とも称される。字は恂叔、一の字は魯孫、儉堂と号し、また鉄橋とも号した。若くして詩名があり、15歳ですでに詩を以て名を知られたという。

乾隆元年の博学鴻詞に推挙されたが、落選。その後戸部主事となり、四川布政使となった。地方に赴任する前は、兄の査為仁とともに、水西荘での唱酬に参加。賓客を愛し、詩作に励み、兄と同様に名を知られた。査学礼の別集である『銅鼓書堂遺稿』は、編年詩集であり、また多くの唱酬詩を収めているため、水西荘を訪れた詩人たちの具体的な動きがみえる貴重な資料ともなっている。

査礼、字恂叔、号儉堂、宛平人。乾隆十三年由監生為戸部主事、官至湖南巡撫。有銅鼓書堂集。中丞為蓮坡先生弟、能吟詠、喜賓客、襟抱与兄相似。

（『湖海詩伝』卷十三）

査礼、字は恂叔、儉堂と号し、宛平の人。乾隆十三年 監生より戸部主事と為り、官は湖南巡撫に至る。銅鼓書堂集有り。中丞は蓮坡先生の弟為りて、能く吟詠し、賓客を喜び、襟抱 兄と相似たり。

乾隆十四年には、広東に赴任し、赴任先で以前から親しかった杭州の杭世駿と交流する。査為仁が世を去り、査学礼が広東に赴任し、水西荘は主を失い、天津詩壇の隆盛は終わったとされる。天津の詩壇は、査氏と、彼らを慕って訪れる外からの客人とによって支えられていたため、主人を失ったとたん求心力を失い、詩人達が集まらなくなってしまったのである。一地方の文学が、中核となる一商人の動きによって盛衰するさまを水西荘はまざまざと見せつけてくれる。

2. 沽上題襟集の版本

『沽上題襟集』は、厲鶚の『沽上題襟集』序（『樊榭山房文集』卷二及び『沽上題襟

集』巻頭)に「釐為八卷、目之曰『沽上題襟集』。(釐めて八卷と為し、之を目して『沽上題襟集』と曰う。)」とあるように、八卷本として編纂された。また清の法式善が「沽上題襟集。乾隆五年宛平查為仁選刻。錢塘厲鶚、嘉定張鵬翀序之。釐為八卷。(沽上題襟集。乾隆五年宛平查為仁選刻す。錢塘の厲鶚、嘉定の張鵬翀 之に序し、釐めて八卷と為す。)」(『陶廬雜錄』卷三)と記すように、厲鶚と張鵬翀の序が附されたものが一般に知られている。

現在確認されている『沽上題襟集』には、少なくとも二種の版本がある。全八卷(巻数は記されない)、巻頭に厲鶚の乾隆五年の序、張鵬翀の乾隆六年の序を付し、劉文煊、吳廷華、查為仁、汪沆、陳阜、万光泰、胡睿烈の8名の詩人の詩を各一卷ずつに収録した、『陶廬雜錄』の記述に一致する版本と、陳阜以下4人の詩を収め、巻頭に查学礼の序を付した四巻の版本である。

陳阜以下だけの四巻本は、収録された詩人の順序、詩の数、頁割など全て八巻本の後半と同じではあるが、収録された詩の詩句に文字の異同があること、また八巻本にはない查学礼の乾隆六年の序が陳阜の詩の前に付されていることから、先の厲鶚・張鵬翀序の八巻本の前半が欠けたものではないと判断できる。⁴⁾

この四巻本に組み合わされるべき、劉文煊からはじまる前半四巻は、現時点では確認できていない。しかし、陳阜以下の四巻本巻頭の查学礼の序には「庚申冬、同志八人取在津酬唱之作、毎年簡摺数章、各成一巻、名曰沽上題襟集。(庚申冬、同志八人津に在りての酬唱の作を取りて、年毎に数章を簡摺し、各おの一巻を成し、名づけて沽上題襟集と曰う。)」とあり、「同志八人」とあることから、『沽上題襟集』は、やはり八人の詩を収録した形であるべきで、八巻が元来の形であったと考えられる。

また查学礼の序には先の文に引き続いて「而此巻一百三首、則予不揣荒學、附于諸君之後也。(而して此の巻一百三首は、則ち予荒學を揣らず、諸君の後に附すなり。)」とある。⁵⁾「諸君の後に附す」というのは、最終巻に查学礼の詩を収録することを言っており、「此の巻」は、最後の第八巻を指す。即ち第八巻の巻頭におくものとしてこの序が書かれたことがわかる。しかし、二種の版本のいずれも、第八巻の巻頭にはこの序を置いておらず、第八巻に查学礼序をつけた版本は、現在確認されていない。

さらに、四部叢刊『樊榭山房文集』巻二に収録される「沽上題襟集序」は、「釐為八巻、又附以聯句、詩余二巻、目之曰『沽上題襟集』(釐めて八巻と為し、又附するに聯句、詩余二巻を以てし、之を目して『沽上題襟集』と曰う。)」となっており、『沽上題襟集』巻頭の序になかった、「又附以聯句、詩余二巻」が付け加えられている。この記述のとおりであれば、聯句と詩余の二巻が加えられた十巻本の『沽上題襟集』が存在した可能性がある。しかし十巻本の存在もこれまで確認されておらず、今後引き続き調査する必要がある。

3. 『沽上題襟集』の構成

『沽上題襟集』は、巻ごとに一人の詩人の詩を収録する形をとる。詩集の構成について記したものに、清の法式善（1753-1813）撰の『陶廬雜録』がある。以下が関連の記述である。

沽上題襟集。乾隆五年宛平查為仁選刻。錢塘厲鶚、嘉定張鵬翀序之。釐為八卷。第一卷劉文煊詩一百一首、附三首。第二卷吳廷華詩七十五首、附四首。第三卷查為仁詩七十三首、附七首。第四卷汪沆一百四首、附一首。第五卷陳阜詩五十八首、附四首。第六卷万光泰詩九十七首、附五首。第七卷胡睿烈詩六十八首、附四首。第八卷查学礼詩一百三首、附六首。新穎之篇甚多。鈐木印紙、俱極工雅。（『陶廬雜録』卷三）

沽上題襟集。乾隆五年宛平の查為仁選刻す。錢塘の厲鶚、嘉定の張鵬翀 之に序す。釐めて八巻と為す。第一巻は劉文煊の詩一百一首、三首を附す。第二巻は吳廷華の詩七十五首、四首を附す。第三巻は查為仁の詩七十三首、七首を附す。第四巻は汪沆一百四首、一首を附す。第五巻は陳阜の詩五十八首、四首を附す。第六巻は万光泰の詩九十七首、五首を附す。第七巻は胡睿烈の詩六十八首、四首を附す。第八巻は查学礼の詩一百三首、六首を附す。新穎の篇甚だ多し。鈐木印紙、俱に工雅を極む。

法式善は嘉慶十八年に世を去っており、『陶廬雜録』は死後の嘉慶二十二年に刊行されたものである。末尾に「鈐木印紙、俱に工雅を極む。」とあることから、法式善は生前に現物を目にしていたと思われる。

ここに記されている『沽上題襟集』は、厲鶚、張鵬翀の序を付している点、また巻数、各巻の詩の数など、ほとんどが現存の八巻本に一致する。⁶⁾「乾隆五年宛平查為仁選刻」とあるが、四巻本にある查学礼の序に、「庚申冬、同志八人津に在りての酬唱の作を取りて、年毎に数章を簡択し、各おの一巻を成し、名づけて沽上題襟集と曰う。」と、制作時期を「庚申」つまり乾隆五年としているのに一致する。厲鶚序も乾隆五年であるが、張鵬翀、查学礼の序はいずれも乾隆六年に書かれており、刊行はやはり乾隆六年とするのが正しいと思われる。法式善は、巻頭にある厲鶚序の日付によって、乾隆五年としているのであろう。

『陶廬雜録』には、各詩人の巻ごとに、「附○首」の記載がある。これは、唱酬の相手である詩人とその詩を収録したものである。例えば、巻一の劉文煊の「題胡貞木画蘭二首即次其韻」詩は、胡貞木の「自題畫蘭二首」二首に次韻したものである。そこで劉文煊詩の後に胡貞木の原詩を挙げる。こうして、8人の詩人それぞれに数人ずつの詩が附されている。以下、各詩人の巻に取りあげられた詩人名を列挙する。附録の詩は、一首のものは数を記さず、二首以上のものは、その数を記した。なお、詩集の実際の表記に従い、字と

『沽上題襟集』について

本籍地も記す。() は字である。

卷一 山陰 劉文煊(紫仙)

附：山陰 胡忠楨(貞木)二首、山陰 童琦(湘維)

卷二 仁和 吳廷華(中林)

附：天津 余尚炳(犀若)、仁和 趙昱(功千)、陽湖 惲源濬(哲長)二首

卷三 宛平 查為仁(心穀)、

附：查為義(履方)、山陰 王霖(雨楓)、江都 杜甲(禹門)、錢塘 厲鶚(太鴻)四首

卷四 錢塘 汪沆(西顥)

附：錢塘 厲鶚(太鴻)、崑山 葛正笏(摺書)

卷五 錢塘 陳阜(江阜)

附：陳章(授衣)、保定 李時馨(聞遠)、錢塘 施安(靜巖)

卷六 秀水 萬光泰(循初)

附：山陰 周大樞(元木)二首、麻城 朱岷(嶠仲)、諸暨 余懋樞(荊帆)、萬光謙(敬懷)

卷七 天津 胡睿烈(文錫) 原籍山陰、

附：錢塘 趙賢(端人)、烏亭 凌洪仁(猷珍) 三首

卷八 宛平 查學札(魯存)

附：天津 周焯(月東)、仁和 杭世駿(大宗)、華亭 張鳳孫(少儀)二首
山陰 李元(仁山)、江都 申甫(及甫)

附録の詩は、卷一に2名3首、卷二に3名4首、卷三に4名7首、卷四に2名3首、卷五に3名3首、卷六に4名4首、卷七に2名2首、卷八に5名6首。厲鶚は2回登場している、附録に登場する詩人は計24名、詩は35首となる。

4. 『沽上題襟集』の詩人達

次のこれらの詩人の内、主要詩人8名を地域別にまとめると、以下のようになる。

天津：查為仁、胡睿烈、查學札

浙江：〔山陰〕劉文煊、〔仁和〕吳廷華、〔錢塘〕汪沆、陳阜、〔秀水〕萬光泰

查氏兄弟は、宛平となっているが、『沽上題襟集』に関しては、天津の水西荘に居住して活動していたため、天津に分類する。こうしてみると、地元天津の詩人以外は、全て浙江の詩人であることがわかる。また吳廷華、汪沆、陳阜はいずれも杭州の人間であり、『沽上題襟集』にみえる賓客は浙江とくに杭州詩人が中心となっていたことがわかる。厲

鶚の「沽上題襟集序」には、「負郭有水西莊、……主其家者、多浙中名勝、山陰則有劉君雪舫、胡君炅齋、秀水則有万君柘坡、吾杭則有吳君東壁、陳君對瀕、汪生西顥。其詩各張一軍、与主人為勛敵。（負郭に水西莊有り、……其の家に者主る者、多くは浙中の名勝、山陰は則ち劉君紫仙、胡君文錫有り、秀水は則ち万君循初有り、吾が杭は則ち吳君中林、陳君江皐、汪生西顥有り。其の詩各おの一軍を張り、主人と勛敵為り。）」とあり、やはり客人が浙江に偏っていることを指摘している。

附録に登場する詩人の出身地でも、査氏一族を除くと、山陰5名、杭州6名（錢塘4名、仁和2名）と、やはり浙江の人が多い。杭州の厲鶚は二度登場している上に、序文を提供しており、中でも別格といえる。『沽上題襟集』の主要な賓客5人のうち3人が杭州人であることも含め、杭州詩人が天津と深いつながりを持っていたことが分かる。

附録に名が挙がる詩人たちは、必ずしも水西莊に滞在した賓客というわけではない。厲鶚は、乾隆十三年に天津を訪れ、査為仁と共に『絶妙好詞箋』に注をつけ、唱酬に参加するのであるが、『沽上題襟集』の時点では、厲鶚「沽上題襟集序」に「僕三游長安、皆有事輪蹄、未嘗一至水西、与分劇韻（僕三たび長安に遊ぶも、皆有事輪蹄を事とする有り、未だ嘗て一たびも水西に至りて、与に劇韻を分かつたず。）」とあるように、実際に水西莊を訪れたことがなかった。このように、実際に水西莊には来ていない詩人たちが、唱酬の相手として収録されているのは、詩を通じての交友関係を記録する意図があったためと考えられる。

次に『沽上題襟集』に収録されている主たる八人の詩人はいかなる人々であったかを見 てみることにする。査為仁と査学礼を除いた詩人は以下の通りである。

卷一 劉文煊

劉文煊は字は紫仙、雪柯と号した。浙江山陰の人で、貢生である。乾隆元年に、博学鴻試に推挙されているが、任官に至らなかった。『雪柯詩鈔』がある。査学礼の『銅鼓書堂遺稿』には、劉文煊が唱酬、聯句に加わった記録が多く残されている。康熙五十五年、投獄されていた査為仁の「賞菊詩」に唱和した26名の中に劉文煊も含まれており、古くから査氏と交流があった。乾隆二年に水西莊で同人たちと唱和した記録も多く残され⁷⁾、また乾隆五年に水西莊の慕園についての『慕園記』を著しており、『沽上題襟集』が編纂された時期は、ずっと水西莊に居たことがわかる。劉尚恒氏によれば、八十歳で天津に没し、晩年は査為仁との唱和が最も多かった人物である。

卷二 吳廷華

吳廷華は、字は中林、東壁と号し、杭州仁和の人である。康熙三十五年の挙人。内閣中書から福州府海防同知となり、乾隆二年に天津の水西莊に来て、府尹程鳳文、県令朱奎揚

に求められ、同郷の汪沆とともに『天津府志』『天津県志』を編纂し、乾隆四年に完成させた。同乾隆四年、徴に応じて北京の三礼館に赴く。この年に査礼学は、「懷吳中林」の詩で、友人が水西荘を去った悲しみを歌っている。⁸⁾ よって、『沽上題襟集』が編纂された乾隆五年には、水西荘に滞在していなかった。水西荘の客人の中で、吳廷華は重要な人物であり、査為仁の別集である『蔗塘未定稿』にも序を寄せている。詩人としてより經学に詳しい学者として評価されることが多いが⁹⁾、天津水西荘での唱和は、詩人としての彼の名を高めた。その当時の唱酬の詩が収録されているものとして、『沽上題襟集』は、詩人としての姿を伝える貴重な資料である。

吳廷華、字中林、号東壁、仁和人。……東壁嘗游津門、時査氏方以風雅号召海内、吾郷厲樊榭、汪槐堂、陳授衣、対鷗諸名士皆在焉。東壁刻燭聯吟、咸共推服其詩。具見沽上題襟集中。

(吳振棫『国朝杭郡詩輯』卷九「吳廷華」)

吳廷華、字は中林、東壁と号し、仁和の人。……東壁嘗て津門に遊び、時に査氏方に風雅を以て海内に号召し、吾が郷の厲樊榭、汪槐堂、陳授衣、対鷗の諸名士皆これに在り。東壁燭を刻みて聯吟し、咸共に其の詩を推服す。具に沽上題襟集中に見ゆ。

これによると査氏が詩人を広く招き、それに応じて集まったのが杭州の厲鶚、汪沆、陳章、陳阜らである。いずれも当時詩壇の領袖と目され、杭州の唱和で名を知られた仲間である。『沽上題襟集』編纂の時期に天津に長期滞在していたのは、このうち吳廷華、汪沆、陳阜で、厲鶚はこれより数年遅れて天津に滞在し、唱酬に参加した。この資料からは、吳廷華を含む杭州詩人が天津詩壇において活躍したことがわかる。

卷四 汪沆

汪沆は、字は西顥（西瀨）、一の字は師李、槐堂（槐塘）と号した。諸生で杭州錢塘の人である。乾隆元年に博学鴻詞に推挙され、『槐堂詩文集』がある。杭州では厲鶚が汪沆の家に教師として住み込んだ時期があり、厲鶚の愛弟子である。汪沆と査為仁との交流は古く、査為仁が投獄されていた康熙五十五年、査為仁の「賞菊詩」に唱和した26名の中に汪沆の名がみえる。乾隆元年博学鴻詞に応じて北京に行き、不合格となった後、天津を訪れて水西荘に滞在。そのまま天津にとどまり、吳廷華とともに『天津府志』『天津県志』を編纂する。乾隆四年には『津門雜事詩』を撰し、天津の風土歴史人物などを詩に詠じた。汪沆の名は、これらの著作により、天津で不動のものとなった。杭世駿の「津門雜事詩序」には天津の文学的風土と汪沆について次のように記している。

雅道之壇坫仍榛狉而未有所聞、吾友汪君西顥滯淫是邦、載離寒暑、有南湖賢令君、以為囊橐、而蒐討有藉。有水西莊查氏、以恣其游息、而酬唱不孤。

(杭世駿「津門雜事詩序」)

雅道の壇坫^{な しん び}仍お榛狉^{しん び}にして未だ聞く所有らざるに、吾が友汪君西顥 是の邦に滯淫^{すなわ}し、載ち寒暑を離、南湖の賢令君有り、以て囊橐と為して、蒐討するに藉有り。水西莊の查氏有り、以て其の游息を恣にして、酬唱孤ならず。

「榛狉」は、未開であることの形容。詩が不毛であった天津の地に、汪沆が長く逗留し、水西莊の查氏のもとで、豊富な書籍を駆使して、学者としても活躍し、また查氏たちと盛んに唱酬をしたことを記している。汪沆が唱酬ができたということは、多くの詩人が水西莊にいたということになる。

汪沆、字西顥、号槐塘、錢塘諸生。乾隆丙辰举博学鴻詞、著槐堂詩文集。……举博学鴻詞、廷試額溢報罷、遊天津客查氏水西莊、南北論詩者、奉為壇坫。……有盤西紀游集、沽上題襟集、津門雜事詩、青囊解惑、槐塘文稿、詩稿俱行。

(『兩浙輶軒錄』卷二十一)

汪沆、字は西顥、槐塘と号す、錢塘の諸生。乾隆丙辰博学鴻詞に挙げられ、槐堂詩文集を著す。……博学鴻詞に挙げられるも、廷試額溢して報罷み、天津に遊び查氏水西莊に客たりて、南北の詩を論ずる者、奉じて壇坫と為す。……盤西紀游集、沽上題襟集、津門雜事詩、青囊解惑、槐塘文稿、詩稿有りて俱に世に行わる。

ここには、汪沆が天津に滞在して後、南北の詩を論じる者が、天津を詩人唱酬の地として認識するようになったとある。汪沆の作品である『盤西紀游集』、『沽上題襟集』、『津門雜事詩』いずれも天津の作であり、天津にとって汪沆が貴重な人材であったと同時に、汪沆の詩作にとっても天津水西莊が重要であったことがわかる。

汪沆は、『府志』『県志』『津門雜事詩』を撰した乾隆四年、杭州に帰っている。¹⁰⁾ よって、彼も『沽上題襟集』編纂の乾隆五年には、天津にいなかったことになる。

卷五 陳阜

陳阜は、字は江阜、対鷗と号した。杭州錢塘の人である。乾隆四年に天津を訪れ、乾隆七年には天津を去り、兄陳章が寄寓していた揚州に向かった。先の呉廷華の項で挙げた『国朝杭郡詩輯』にあるように、天津で活躍した杭州詩人の一人である。乾隆五年には查為仁らと共に盤山に遊び、聯句を含む『山遊集』を撰している。当時、陳阜は、兄の陳章とともに、詩名を以て知られていた。

陳章、字授衣、号竹町、杭州人。……弟阜、字江阜、号对鷗。工詩。兄弟齐名、号二陳。阜少遊天津、主查氏、從通守東壁研究三礼。時查氏兄弟方緝題襟集。阜矯尾厲角、名噪京西。後歸揚州、与兄章入馬氏詩社。（『揚州画舫録』卷四）

陳章、字授衣、号竹町、杭州人。……弟阜、字は江阜、对鷗と号す。詩に工。兄弟名を齊しくし、二陳と号す。阜少くして天津に遊び、查氏に主りて、通守東壁に従いて三礼を研究す。時に查氏兄弟方に題襟集を緝す。阜矯尾厲角、名は京西に噪たり。後揚州に帰り。兄章と馬氏の詩社に入る。

陳章、陳阜兄弟は二陳として名を知られていたが、双方とも故郷の杭州を離れて、富商のもとに身を寄せることとなった。陳阜の方は若くして天津查氏のもとで、東壁つまり吳廷華とともに三礼の研究にもたずさわり、当時兄の陳章は入り婿として揚州にいき、揚州馬氏の客人として韓江雅集の唱和に参加していた。「題襟集」とあるのが『沽上題襟集』で、このことでいよいよ名が知られるようになったというから、『沽上題襟集』が当時話題になったことがわかる。やがて陳阜は揚州の馬氏のもとに移る。

陳阜が水西荘に身を置くことになったのは、貧しさからパトロンとなる查氏に所に身を寄せたというのも一因のようだ。

对瀕承其尊甫、沢山先生家学、……貧不能家食、遠走津門、主于斯堂查氏、從吳通東壁研究三礼、粹然一經儒也。時查氏兄弟方緝題襟之集、对瀕矯尾厲角、名噪京西。倦遊歸広陵、主玉山堂馬氏、与賢兄竹町闌入韓江雅集。……広陵社事繁興、程翰林午橋、張主事漁川、汪員外对琴、江藩伯鶴亭、開設壇坫、争以得对瀕兄弟為勝。

（杭世駿『道古堂集文集』卷十一「吾尽吾意齋詩序」）

对瀕 其の尊甫、沢山先生に家学を承く、……貧しくして家食する能わず、遠く津門に走り、斯堂查氏に主りて、吳通東壁に従って三礼を研究し、粹然として一經儒なり。時に查氏兄弟方に題襟の集を緝し、对瀕矯尾厲角、名は京西に噪す。倦遊して広陵に帰り、玉山堂馬氏に主り、賢兄竹町と韓江雅集に闌入す。……広陵の社事繁興にして、程翰林午橋、張主事漁川、汪員外对琴、江藩伯鶴亭、壇坫を開設し、争ひて对瀕兄弟を得るを以て勝と為す。

「貧不能家食、遠走津門、主于斯堂查氏」は、杭州では貧しさの為生活できず、天津の查氏元に身を寄せた経緯を示すものである。ただし、陳阜はそれ以前から查為仁の詩を愛好していたようで、『沽上題襟集』の「蓮洋先生予心慕十年於茲矣、曩時所見片紙隻字亦即掌録、今來津門保定李子聞遠手抄全稿、過訪并以二詩見投喜誦之余依韻、答謝聞遠其先會稽故末句及之」と題する詩からは、十年前から查為仁の詩を慕い、写していたことがわ

かる。これも水西荘に身を寄せることになった要因の一つであろう。

天津では水西荘で呉廷華とともに取り組んだ三礼の研究、『沽上題襟集』への参加によって北京にも名を知られるようになる。その後揚州の馬氏のもとで兄の陳章と共に揚州の韓江雅集に加わった。興味深いのは、揚州で詩社が盛んになった時、揚州の塩商人たちが争って陳章、陳阜兄弟を招こうとしたことである。こうして、陳兄弟は、出身地である杭州をはじめ、天津、揚州という当時の三大詩会の地での名声を確かなものにしたのである。

陳阜が水西荘に來たのは、乾隆四年で、乾隆七年には天津を離れて、兄の居る揚州馬氏の元に移っている。『沽上題襟集』が編纂された乾隆五年は、まだ天津に来てから間もない時期であり、収録された詩も、8人の中で最も少ない。

卷六 万光泰

万光泰は、字は循初、柘坡と号し、浙江秀水の人である。乾隆十五年、三十九歳の若さで北京で没した。乾隆元年に博学鴻試に推挙され、その後天津査氏の元に客となり、査氏兄弟及び客人たちと唱和し、同人の中でも詩作が多かったことで知られる。

光泰、字循初。浙江秀水人。乾隆丙辰挙博学鴻詞。按、万徵君久客于斯堂査氏、与蓮坡、儉堂兄弟、劉公雪柯、周公月東結社聯吟、詞章最富。津門旗鼓相当者、惟査公次斎為一時瑜亮。
(『津門詩鈔』卷二十五)

光泰、字は循初。浙江秀水人。乾隆丙辰 博学鴻詞に挙げらる。按ずるに、万徵君久しく于斯堂査氏に客たりて、蓮坡、儉堂兄弟、劉公雪柯、周公月東と結社聯吟し、詞章最も富む。津門に旗鼓相当する者、惟だ査公次斎のみ一時の瑜亮たり。

万光泰は、乾隆元年から乾隆四年まで水西荘に滞在した後、乾隆四年には浙江秀水に帰郷している。¹¹⁾ よって『沽上題襟集』編纂の時には、天津にいなかった。

卷七 胡睿烈

胡睿烈は、字は文錫、昺斎と号した。原籍は山陰であったが、天津に居住し、査氏兄弟の友人であった。『沽上題襟集』には、査氏兄弟の他、遠方から寄寓した客人と、天津での査氏の友人が含まれるが、胡睿烈は、地元の友人に当たる。査学礼の『銅鼓書堂遺稿』には、雍正十二年の唱酬詩から始まり、常に水西荘の同人達の唱酬に胡睿烈が加わっていた様子が見える。詩人として名があったとはいいがたく、資料が少ないため、『沽上題襟集』が彼の詩作を知る資料となる。『沽上題襟集』編纂の年には、天津に居住していたものと考えられる。

5. 『沽上題襟集』の編纂

『沽上題襟集』編纂の過程を最もよく記しているのは、査学礼自序であろう。まずこの序をあげ、以下に幾つかの視点からこの詩集編纂の特徴をみることにする。

友朋之楽、自古以詩而伝。南皮之游、山陰之会、千載以為勝談。然旬日留連、相從即別、其樂易竟也。予拙于賦詠、尤不善閉戸苦吟、数年以來三五同志晨夕必俱酒坐琴言、各相贈答、而予詩亦遂以多。較之昔賢一時之聚、其久暫遲速不啻百倍過之。庚申冬、同志八人取在津酬唱之作、每年簡括數章、各成一卷、名曰沽上題襟集。而此卷一百三首、則予不揣荒學、附于諸君之後也。少陵云把臂有多日開懷無愧辭曰則多矣。其敢云無愧乎哉。乾隆六年夏四月茶垞査学礼自序。¹²⁾

友朋の樂、古より詩を以て伝わる。南皮の游、山陰の会、千載以て勝談と為す。然れども旬日留連し、相従い即ち別れ、其の楽しみ竟わり易きなり。予 賦詠に拙、尤も戸を閉じて苦吟するを善くせず、数年以來三五の同志晨夕必ず俱に酒坐琴言し、各おの相贈答して、予の詩も亦た遂に以て多し。之を昔賢一時の聚に較ぶれば、其の久暫遲速は皆に之を過ぐる事百倍なるのみならず。庚申冬、同志八人津に在りて酬唱するの作を取りて、年毎に數章を簡括し、各おの一巻を成し、名づけて沽上題襟集と曰う。而して此の卷一百三首は、則ち予 荒學を^{はか}拙らず、諸君の後に附するなり。少陵の臂を把りて多日有り、懷を開いて愧辭無し、と云うは則ち多きを曰う。其れ敢えて愧無しと云わんや。乾隆六年夏四月茶垞査学礼自ら序す。

(1) 編纂の時期

まず、『沽上題襟集』の編纂時期についてみてみよう。

「庚申冬、同志八人津に在りて酬唱するの作を取りて、年毎に數章を簡括し、各の一巻を成し、名づけて沽上題襟集と曰う。」によれば、乾隆五年（庚申）の冬に、同志8人が天津での唱酬詩の中から、年ごとに數首の詩を選び出して、詩人一人につき一巻とする、という形で詩集は編纂されたことになる。

先に見てきたように、數年間水西莊に滞在していた吳廷華、汪沆、万光泰が相次いで天津を離れたのが乾隆四年、その年に杭州から出てきたのが陳阜である。陳阜が天津に来たのは夏で、吳廷華が天津を出て北京の三礼館に赴いたのも夏である。汪沆は冬に天津から揚州に赴いたため、陳阜と滞在時期が重なる時間が、他の二人より長いが、唱酬する時間は短かった。¹³⁾ 『沽上題襟集』の中には、陳阜が吳廷華、万光泰と唱酬した詩は極端に少ない。この翌年の冬、つまりに主要な同人達の多くが天津を去った後で『沽上題襟集』は編纂されたのである。『沽上題襟集』は、あたかも8人の詩人が同時に天津水西莊で唱和していた時期の記録であるかのような印象を与えるが、実はそうではない。

（２）編纂の動機

上記のような時期であることを考えると、水西荘の中心となり、『天津府志』、『天津県志』、『津門雜事詩』と、次々に大きな仕事を成し遂げ、唱酬の中心となっていた客人達が水西荘を去り、水西荘の唱酬盛んな一時期が終わって、成員が入れかわった時に『沽上題襟集』は編纂されたことになる。『沽上題襟集』を編纂しようとした動機は、まさにここにあるのではないだろうか。つまり名士が水西荘に集い、詩壇の隆盛を迎えた事実を、天津の歴史として詩集の形で記録しなければいけないという意識が、詩壇の改編と共に高まったのであろう。この時期は汪沆、呉廷華が天津府志、天津県志や津門雜事詩をまとめたばかりの時で、記録に残すという意識が最も強かったことも一因と言える。

こうした推測を裏付けるのが査学礼の序の「友朋の楽、古より詩を以て伝わる。南皮の游、山陰の会、千載以て勝談と為す。然れども旬日留連するも、相従い即ち別れ、其の楽しみ竟わり易きなり。」という記述である。

南皮の游とは、曹丕が友人呉質らと南皮の地で文酒の会を持った故事を指し、友人との雅集を指す言葉である。山陰の会とは、王羲之が会稽山陰の蘭亭で友人と文宴を開いたことを指す。査学礼は、こうした友人との詩の集いは歴史に残る佳話であるが、少し長く滞在したからといって、やがては別れることとなり、その楽しみはたやすく終わってしまう、と述べている。つまり消滅しやすい文雅の歴史の記録として、この『沽上題襟集』が作られたことがみえてくるのである。

（３）編纂の過程

同志たちが天津を去ったことから企画されたこの詩集に、新人である陳阜も詩を求められた。乾隆四年に天津に来たばかりの陳阜の『沽上題襟集』最後の詩は、「同人将刻沽上題襟集余苦無詩、又索拙不善作。且留津門未久、所作益少、客有強之者賦此、自嘲兼呈同志（同人将に沽上題襟集を刻さんとし、余詩無きに苦しみ、又拙にして不善の作を索む。且つ津門に留まりて未だ久しからず、作る所益ます少なきに、客に之を強いる者有りて此を賦し、自嘲して兼ねて同志に呈す）」と題するもので、詩集が作られた過程を伺わせるものである。詩題によれば『沽上題襟集』を出版するという話が同人からもちあがり、陳阜も詩を求められたものの、詩がないのに苦しんで拙い詩を探し出すはめになった上に、天津に来たばかりなので更に詩が少なかったところ、客人の中に詩を作れと迫る者があったので、詩を作って同人に示す、という。

つまり『沽上題襟集』は、乾隆四年までの客人が去った後持ち上がった企画で、それまでの詩を単に集めるというのではなく、『沽上題襟集』のためにわざわざ作った詩も含まれているということである。特に水西荘の新人でありながら詩名の高かった陳阜は、詩を収録するよう求められ、かなり苦労して詩の数をそろえたもののようで、唱酬とはいえない上記のような詩も含まれている。

収録された詩のうち、制作年のわかるものをみると、陳阜は、乾隆四年から五年までの2年間の作であるが、査学礼は乾隆元年から乾隆五年までの作を収めている。天津を去った3人の詩人については、天津での詩のみであるため、乾隆四年までの詩を収録するにとどまる。このように、天津を去った3人については、天津滞在中の詩を、乾隆五年の時点で天津にいたものについては、乾隆五年までの詩を含む形で編纂されたのが、この詩集である。

各詩人たちは「庚申冬、同志八人津に在りての酬唱の作を取りて、年毎に数章を簡択し、各の一巻を成し、名づけて沽上題襟集と曰う。」とあるように、それぞれ自分の詩の中からふさわしいものを選んで一巻としたものと考えられるため、天津を離れていた詩人たちは、おそらく郵送などでこの作業を行ったのではないかと推測される。

6. 『沽上題襟集』の内容

査学礼序に「数年以來三五の同志晨夕必ず俱に酒坐琴言し、各おの相贈答して、予の詩も亦た遂に以て多し。之を昔賢一時の聚に較ぶれば、其の久暫遲速は啻に之を過ぐることに百倍なるのみならず。」とあるように、この詩集の特徴は、長い期間における同志達の唱酬の詩であることにある。詩会の詩というのは、その都度出版されることはよくあった。¹⁴⁾しかし、このように数年分を集めるものは多くない。この後に揚州馬氏のもとで数年間の唱酬の記録を収めた『韓江雅集』が刊行されて話題となるが、『沽上題襟集』の刊行はそれと並び称される雅事であった。

収録された詩の多くは、友人との唱酬の作であったり、天津の風景や水西荘での情景を詠ずるものである。友人というのは、天津にいる相手とは限らない。陳阜の「書家書後寄授衣先生并和來時送別韻」は、揚州にいる兄に送った個人的な詩であり、附録の陳章の「送季弟江阜之天津」も、弟に送るもので、兄弟の間でのやりとりである。陳阜には「坐攬軒看新柳有懷維揚小玲瓏山館諸同好」のように、揚州馬日琯の小玲瓏山館の同志に送ったもの、「得西顥書述西溪探梅之勝因成二律并寄厲丈太鴻」のように、杭州の厲鶚に送ったものなどがあり、吳廷華にも「趙功千除夕詠家鄉燭韻八首之三」のように、故郷杭州の趙昱との唱酬がある。査為仁にも、杭州の厲鶚の「移居」詩に対する和韻詩「厲太鴻以庚申四月二十一日移居詩四首見寄依韻和答」があり、内容は必ずしも天津での唱酬には限らない。むしろ、天津詩壇が広い地域と繋がっていたことを示すものとなっている。附録にみえる広い地域の詩人達を含め、天津詩壇の広がりを感じさせるのが、この詩集の特徴といえる。とりわけ吳廷華、汪沆、陳阜らの故郷である杭州と、陳阜の兄陳章や、厲鶚らが滞在していた揚州小玲瓏山館の詩人とのやりとりは多く、これらの地域の詩壇が密接に繋がっていたことがわかる。

7. 沽上題襟集の役割と評価

最後に『沽上題襟集』の評価について触れておく。文学不毛の地であった天津に水西荘が築かれ、そこを中心に清代の一時期、詩壇隆盛の時代を迎えた貴重な記録が『沽上題襟集』であることはいうまでもない。杭州が同時期に盛んに詩会を開きながら、このような詩集を持たないために、まとまった記録がなく、詩会の実態が把握しにくいのに比べ、天津はこの詩集のために、具体的な実像を探ることができ、更に文学史上にも名を残すこととなった。当時の詩壇を象徴して、「韓江之雅集、沽上之題襟」（汪沆「樊榭山房集序」）と並称されるのは、まさに揚州が『韓江雅集』を、天津が『沽上題襟集』を刊行したからこそで、文化的に水準が低いと言われた天津が、江南の地と並び称される榮譽を得たのは、この詩集の存在によるものであろう。

紀昀は、「沽河雜詠」の中で、『沽上題襟集』を読んだ感想を次のように述べる。

蒋子秋吟、偶客長蘆、独能採掇軼事、証以図史為沽河雜詠一百首、仍摭拾旧文以註之。……註中所引有沽上題襟集、近人作也。余平生不喜入詩社、不能識諸君子、亦未見是集。然読秋吟所引、風流婉約亦足當嘗鼎一臠。秋吟此集与之聯鑣齊驚、同為芸林佳話無疑也。
（『紀文達公遺集』第九卷）

蒋子秋吟、偶たま長蘆に客たりて、独り能く軼事を採掇し、証するに図史を以て沽河雜詠一百首と為し、仍お旧文を摭拾して以て之に註す。……註中に引く所に沽上題襟集有り、近人の作なり。余平生 詩社に入るを喜ばずして、諸君子を識ること能わず、亦た未だ是の集を見ず。然れども秋吟の引く所を読むに、風流婉約亦た當に嘗鼎の一臠を嘗むるべきに足る。秋吟の此の集と之と聯鑣齊驚し、同に芸林の佳話たること疑い無きなり。

紀昀は、天津の風土を読んだ「沽河雜詠」の註に引用された『沽上題襟集』を初めて読み、その内容に感嘆したのだ。もともと詩社という形を好まなかった紀昀だが、客観的に評価しても、天津を詠じた詩として味わいがあり、芸林の佳話であると、高く評価している。また、「沽河雜詠」と『沽上題襟集』について、崔旭は次のように述べる。

仁和蒋秋吟侍御沽河雜詠、摭拾邑志及題襟集、敷衍成編。紀文達公為之序、又前此八十余年、有錢塘汪槐塘徵士津門雜事詩、時汪居天津、応聘修府県両志、爬羅剔抉、至為詳備。然意在表章邑、故杭堇浦序所謂以詩伝事、非以事為詩者、是也。

（崔旭「津門百詠自序」）

仁和の蒋秋吟侍御の沽河雜詠、邑志を及び題襟集を摭拾し、敷衍して編を成す。紀文達公之が序を為り、又此に前んずること八十余年、錢塘の汪槐塘徵士の津門雜事詩

『沽上題襟集』について

有り、時に汪 天津に居り、聘に応じて府県両志を修め、爬羅剔抉し、至って詳備と為す。然らば意は邑を表章するに在り、故に杭堇浦序に所謂詩を以て事を伝え、事を以て詩と為すに非ざるとは、是なり。

崔旭によれば、沽河雜詠は、地方資料と『沽上題襟集』の内容を拾い集めたものだという。更に汪沆の津門雜事詩が天津地方誌を編纂した折に作られたことに照らしあわせ、いずれも詩で天津を伝える役割を果たしていると評価する。つまり、天津の歴史資料の一部となり得るものとして、これらの詩集を認めるのである。

また、『沽上題襟集』は、無名の詩人を記録する役割も果たした。『兩浙輶軒錄』卷四「万光謙、字敬懷、秀水人。陳伝経曰、敬懷与兄光泰齊名惜失伝。今從沽上題襟集選入。（万光謙、字は敬懷、秀水の人。陳伝経曰く、敬懷 兄光泰と名を齊しくするも惜しむらくは伝を失う。今沽上題襟集より選入す。）」、卷七「李元、字仁山、山陰人。俞宝華曰、仁山詩僅附見沽上題襟集中。（李元、字は仁山、山陰の人。俞宝華曰く、仁山の詩僅かに沽上題襟集中に附見す、と。）」等の記述は、『沽上題襟集』が詩人のわずかな記録を残す助けとなったことを示している。

おわりに

以上、『沽上題襟集』とはいかなるものかについて、様々な角度からみてきたが、歴史的に価値のある資料である一方、乾隆初期の四、五年間という、ごく限られた時期の水西荘の状況を写し取った資料であり、水西荘の重要な賓客と目される詩人たちを網羅しているものではないという点では、水西荘の詩壇を全て伝える詩集ではないということも忘れてはならない。乾隆二年に杭州に帰ってしまった符曾、乾隆十三年に天津を訪れて『絶妙好詞箋』に査為仁と注を附した厲鶚など、たまたまこの時期にいなかった著名人は、この詩集の主役にはなっていない。査為仁の交流の記録とされる『蓮坡詩話』は、乾隆六年の査為仁の序があり、『沽上題襟集』とほぼ同じ時期に刊行されているが、より広範囲の名士たちとの交流を記している。『蓮坡詩話』と異なる点は、詩話が査為仁個人を中心とした文学的交流の記録であるのに対し、水西荘という場での詩壇の記録だということだろう。厲鶚の序に次のようにいっている。

求其遊集宴衍、賦詩言志、如顧阿瑛玉山雅集、徐良夫耕漁軒集等、不特自作者不可得、即援引前代亦寥闕、無聞、豈非不得其人、無以為之勸哉。¹⁵⁾ 査君心穀、魯存臯弟、¹⁶⁾ 詩品皆清警拔俗、性復喜賓友。負郭有水西荘……。（厲鶚「沽上題襟集序」）

其の遊集宴衍し、詩を賦し志を言うこと、顧阿瑛の玉山雅集、徐良夫の耕漁軒集等の如きを求むるも、^{ただ}特に自ら作る者得べからずというのみならず、即ち前代を援引す

るも亦寥闕にして、聞くこと無く、豈に其の人を得ずして、以て之が^{はじめ}初を為すこと無きに非ざらんや。査君心穀、魯存兄弟、詩品皆清警拔俗、性復た賓友を喜ぶ。負郭に水西荘有り……。

ここで挙げられている顧阿瑛や、徐良夫の名は、先に袁枚の『隨園詩話』で、査為仁ら商人士大夫の活動を取りあげて「昇平日久、海内殷富、商人士大夫慕古人顧阿瑛、徐良夫之風、蓄積書史、広開壇站。（昇平日久くして、海内殷富、商人士大夫 古人顧阿瑛、徐良夫の風を慕い、書史を蓄積し広く壇站を開く。）」と記した中にも見える。顧阿瑛、徐良夫とは、元末の江南の商人で、蔵書を貯え、骨董を収集し、詩人を集めて盛んに詩会を開いて文名を高めた。特に呉の顧阿瑛が玉山草堂を開いて文人墨客を集め、詩酒の宴を戦時中にも開いたことは有名で、唱酬の詩を集めた『玉山草堂雅集』は当時元詩人の詩を最も多く収録した詩集としても知られている。

つまり、『沽上題襟集』には、こうした知識人である商人の歴史に続くものとしての価値がある。また乾隆初期は、杭州、揚州、天津の各地域にそれぞれ同様の詩壇があった特異な時代である。これらの地域の共通点と差異を明らかにしていくことが、今後の清代文学研究の上で必要であり、その資料としての意味も大きい。

現在、各地域の主催者としての商人の研究は行われつつあるが、賓客たちについての研究は立ち後れている。例えば汪沆や陳阜は、天津、揚州、杭州いずれの地域の詩壇にも参加し活躍しているが、それぞれの地域を結ぶ彼らの役割についての研究はこれからの課題である。そうした問題を前にして、実際に唱酬の記録である詩集が残されていることは、詩壇での彼らの位置や詩風を知る上で非常に貴重な資料となる。このような重要な文献として、『沽上題襟集』は更に評価されるべきものである。

(注)

- 1) 松村昂『清詩總集131種解題』（中国文芸研究会 1989）「82. 『津門詩鈔』30巻」による。
- 2) 「詩詞酬倡。這其中包括賓主間的送往迎來的贈答酬唱、亭林景色之題詠、良辰佳節之分詠、旅遊途中（近至城内外、遠至盤山）的景物吟詠。這些詩詞、除了收集在賓主各自詩文集外、最集中、最有代表的、是反映在查氏所輯的『沽上題襟集』書中。」（『天津史志』1982年第1期）なお、劉尚恒氏の論は『天津査氏水西荘研究文録』（天津社会科学院出版 2008）にまとめられている。
- 3) 劉尚恒氏前掲書。以下、劉尚恒氏の論は、すべて同書による。
- 4) この二種の版本は、いずれも上海図書館所蔵本を用いて検討した。四巻本は中国国家図書館にも所蔵される。

- 5) 査学礼の序は、査学礼の詩文集である『銅鼓書堂遺稿』巻二十八に、「沽上題襟集序」として収録されている。
- 6) 第四巻の附録が、現存のものは二首であるのに対し、『陶廬雜錄』では一首となっている点だけが異なっている。
- 7) 『銅鼓書堂遺稿』巻二「雨後同劉紫仙余元平汪西顥余犀若過水西莊看荷分賦得暑字」
「丁巳閏重九招劉紫仙王孝先口中林朱崑仲李仁山周月東余犀若胡佩康趙端人汪西顥施濟清循初心穀伯兄集秋白齋賞菊」等。
- 8) 『銅鼓書堂遺稿』巻三 己未「懷吳中林」には「林端好鳥鳴、天涯憶吳叟。……良会在知心、何当別離久。」などの句が見える。
- 9) 沈徳潜『清詩別裁集』巻二十三「吳廷華。東壁穿穴經学、尤究心三礼。所為詩徵引典実、雖風雅不足、不礙為方家。」など。
- 10) 『銅鼓書堂遺稿』巻三 己未「送汪西顥徵君帰錢塘」による。
- 11) 『銅鼓書堂遺稿』巻三 己未「送万循初帰秀水」による。
- 12) 『銅鼓書堂遺稿』巻二十八所収の「沽上題襟集序」は「乾隆」以下を欠く以外は文字の異同無し。
- 13) 陳阜の巻に収められた「得西顥書述西溪探梅之勝因成二律并寄厲丈太鴻」詩は、汪沆がすでに天津を離れ、書翰を送ってきた時の作である。
- 14) 例えば「揚州詩文之会、以馬氏小玲瓏山館、程氏篠園及鄭氏休園為最盛。……詩成即發刻。三日内尚可改易重刻。出日徧送城中矣。（揚州詩文の会、馬氏小玲瓏山館、程氏篠園及び鄭氏休園を以て最盛と為す。……詩成れば即ち刻に發し、三日の内は尚お改易重刻すべく、出づるの日徧く城中に送る。）」（『揚州画舫録』巻八）は、詩会の後三日以内に訂正を経て、すぐに出版している。これは1回分の詩会の記録である。
- 15) 『樊榭山房文集』所収の「沽上題襟集序」では「無以為之剞劂」を「無地主以為之剞劂」とする。
- 16) 『樊榭山房文集』では、「魯存」を「儉堂」とする。

本論は平成23年～25年度科学研究費補助研究 基盤研究（C）23520449「乾隆期杭州詩人集団の活動とその詩風に関する研究」の研究成果の一部である。

A Study about the *Gushang Tijinji*

Nobuko ICHINOSE

Abstract : In the time of Qing period Qianlong area the activity of poemcircle was very lively. Especially the characteristic phenomenon of this time was the fact, that the rich merchant were proud of their abundant books and brought the prosperity of the poemworld through presiding the poemcircle. In this case, the prosperous places of poemcircle, recorded by the poet Yuan Mei, are three, Yangzhou Tianjin and Hangzhou.

The lower reaches of river Chang jiang and Hangzhou are near eachother, and prosperd historically literature, study and art. The other side, Tianjin, near Beijing and famous as the position of transportation, was not the land that produced the men of letters. In this land, in the time of Qianlong, at one time the poets came together and brought the time of prosperity of poemworld. The center of poemworld at Tianjin was the brother Cha Weiren, Cha Li, the saltmerchant. So the poemcircle-activity was opend at their arbor 'Shuixizhuang'. The poems at poemcircle in Shuixizhuang were recorded as *Gushang Tijinji*. *Gushang Tijinji* indicated the part of culturehistory of Tianjin and more, it gabe us the precious data to know the poemcircle-activity.

So, in this essay, the substace of *Gushang Tijinji* would be argued through prolog, poetsmembers and matter of poems. So we would make clear a part of pemcircle-activity in those days.

Key Words : Shuixihuang, Tianjin, *Gushang Tijinji*

福山平成大学経営学部紀要
第9号(2013), 23頁－37頁

経営分析支援ソフトの開発

尾崎 誠・芝田全弘

福山平成大学経営学部経営学科

要旨：我々は今回教育現場での利用を目的に経営分析の支援を行うソフトを開発した。本ソフトは経営分析の学習に機能を絞り、初学者でも容易に操作できることを心掛けた。また、簡易的なシミュレーション機能を搭載することで各数値の変化を簡単に見ることが可能である。

開発をタブレット端末で行うことで教育現場への導入を容易にしており、また、将来のテキストの電子化にも移行できるようにしている。

キーワード：経営分析，損益分岐点，タブレット端末

1. はじめに

損益分岐点分析は、企業の収益性をみるための分析方法のひとつである。具体的には、損益計算書および製造原価報告書の各項目のデータ入力を行い、損益計算書および損益分岐点を求め、それを元に分析を行う。財務会計システムの一機能として損益分岐点分析を行えるものもあるが、あくまでも一機能としてであり、システムおよび財務会計の知識を有していないと損益分岐点分析の結果を求めるのは容易ではなく、またその結果から分析を行うには専門知識も必要となる。特に教育現場で使用するには事前学習がかなり必要となる。

そこで本研究では、損益分岐点分析に焦点を絞り、分析結果を数値だけではなくグラフ等によって図式化することで、容易に理解できるようにした経営分析支援ソフト（以下 bep と略す）の開発を行った。本ソフトでは、単に分析結果を求めるだけではなく入力データの数値を変化されることにより、損益分岐点などの数値の変化をグラフ等により確認できるようにし、より教育効果が高まるようにした。また、TKC経営指標（速報版）⁽¹⁾を用いて各種業種のデータと比較できるようにもしている。ソフトの開発もパソコンではなくタブレット端末で行うことで、将来テキストが電子化されることにも対応できるように

した。

2. 開発環境および言語

2. 1 使用するコンピュータ

本ソフトは、オペレーティングシステムとしてiOS5.0が動作しているタブレット端末（iPad）での利用を前提としている。実際の開発環境にはMacOS10.8を搭載したコンピュータを使用し、開発したソフトをiPadにインストールすることで動作確認を行った。また、iOS5.0以降でも動作確認を行い正常に動作することを確認している。

2. 2 開発言語

本ソフトは、Apple社の統合開発環境Xcodeを用いCocoaにより開発を行った。CocoaはObjective-Cをコア言語とするオブジェクト指向のフレームワークである。

Xcodeでの開発状況を図2. 1に示す。Xcodeはユーザインタフェースを作成するために使用するグラフィカルツール、Interface Builderと協力しながらソフト開発の作業が行える。XcodeはGNU Compiler Collection (GCC) を含み、Cocoa、Carbon、Javaに制限されることなく、多様なプログラミング・モジュールを含むC、C++、Objective C++、Java、AppleScript、そしてオブジェクト指向記述言語Objective-C ソースコードをコンパイルすることができる。

Interface Builderによる開発状況を図2. 2に示す。

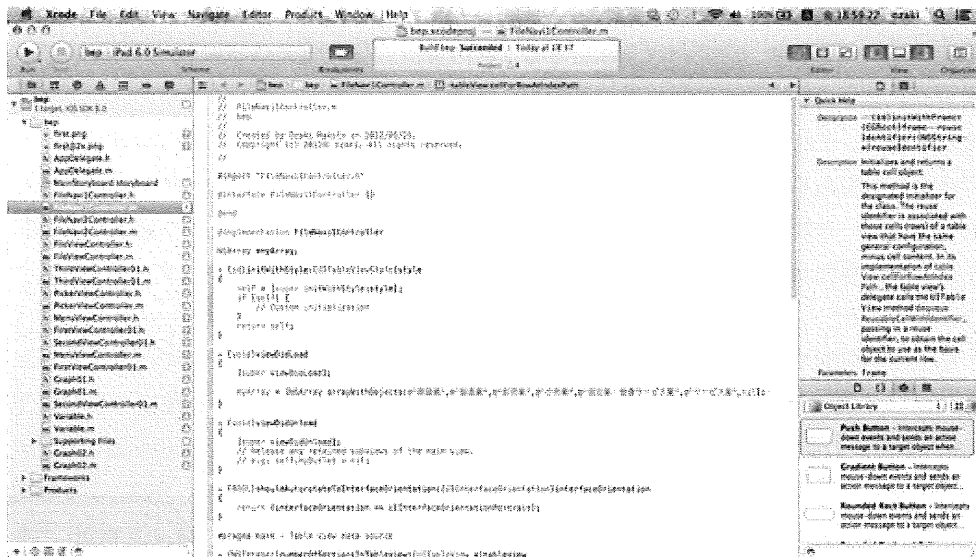


図2. 1 Xcodeでの開発状況

経営分析支援ソフトの開発



図2.2 Interface Builderによる開発

3. bepの仕様

bepは、以下の4つの部分で構成されている。トップメニュー、損益計算書の入力、製造原価報告書の入力、損益分岐点分析結果およびTKC経営指標データの表示。それぞれには図3. 1で示すようにアクセスできるようになっている。

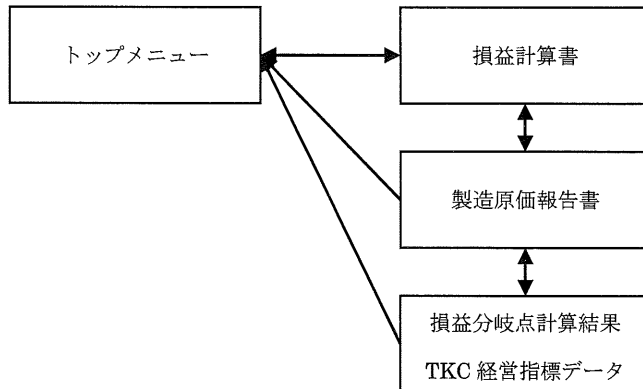


図3.1 bepの構成

3. 1 トップメニュー

トップメニューを図3. 2に示す。トップメニューでは以下の操作ができる。

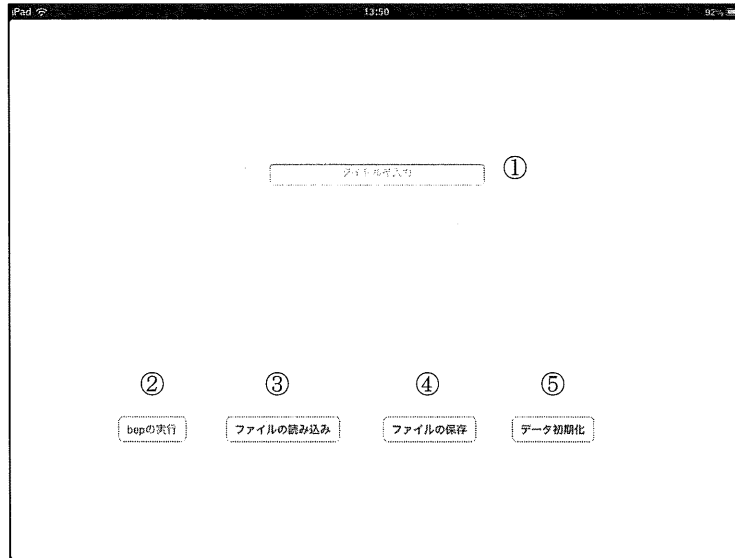


図3. 2 トップメニュー

(1) タイトルの入力

①はタイトル入力のためのテキストフィールドである。ここに入力されたテキストが入力されたデータのタイトルとなり、データを保存する際にファイル名の一部として利用される。

(2) bepの実行

②はbepを実行するためのボタンであり、タップすると損益計算書の画面に遷移する。

(3) ファイルの読み込み

③はファイルの読み込みを実行するためのボタンであり、iTunesを通じてiPadに転送されたデータを読み込むことができる。タップすると読み込み可能なファイルの一覧がポップアップウィンドウに表示され、ファイル名をタップすることで読み込みが行われる。(図3. 3) なお、読み込みデータはEXCEL等で作成されたCSV形式のデータが使用でき、そのフォーマットは表3. 4の通りである。

経営分析支援ソフトの開発

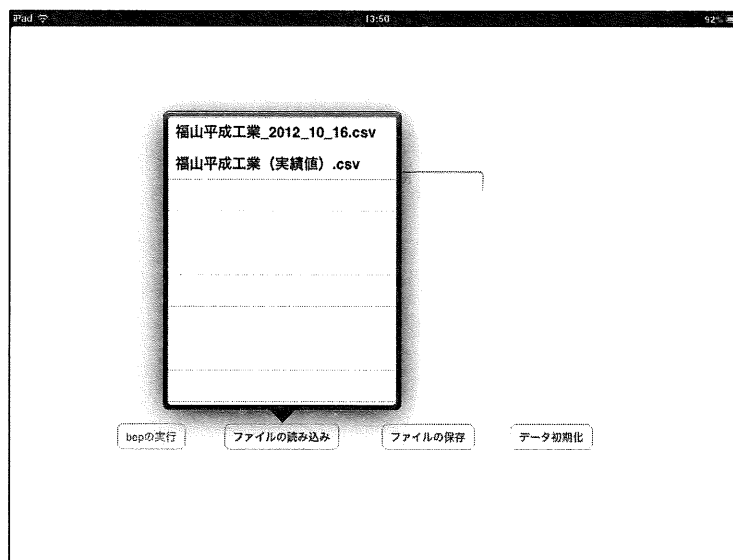


図3.3 ファイルの読み込み

表3.4 入力データフォーマット

1 行目	タイトル, タイトル名,
2 行目	, 金額, 固定費比率
3 行目以降	項目名, 金額, 固定費比率 (%)

(4) ファイルの保存

④はファイルの保存を実行するためのボタンであり、タップすると入力されたデータをiPad内部に入力データと同じフォーマットでCSV形式のデータとして保存される。この時のファイル名は、タイトル_西暦_月_日となる。例えば、「福山平成工業」というタイトルのデータを2012年10月16日に保存すると、ファイル名は「福山平成工業_2012_10_16」となる。

(5) データ初期化

⑤はデータ初期化を実行するためのボタンであり、タップすると入力されているデータの初期化が行われる。

3. 2 損益計算書

損益計算書の画面を図3. 5に示す。トップメニューのbepの実行ボタンをタップすると、ここへ遷移することとなる。また、画面上部にはトップメニューへ遷移するためのボタンを配置しており、画面下部には、他の部分に遷移するためのボタンを配置してある。

損益計算書では、各入力項目の金額（千円）と固定費比率（％）の入力を行うためのテキストフィールドが配置されている。トップメニューでデータの読み込みを行っている場合には、読み込まれた数値がテキストフィールドに表示される。外部からデータを読み込まない場合でも、損益計算書の部分で直接数値が入力できるようになっている。また、入力項目の数が多く、1画面に全てを表示できないため、画面は上下方向にスクロールできるようにしている。

入力項目は以下の通りであり、金額はV1n、固定費比率はC1nに代入する。

売上高 (V1₁, C1₁)、期首商品棚卸額 (V1₂, C1₂)、期首製品棚卸額 (V1₃, C1₃)、当期商品仕入高 (V1₄, C1₄)、当期製品製造原価 (V1₅, C1₅)、期末商品棚卸高 (V1₆, C1₆)、期末製品棚卸高 (V1₇, C1₇)、役員報酬 (V1₈, C1₈)、給料手当 (V1₉, C1₉)、雑給 (V1₁₀, C1₁₀)、法定福利費 (V1₁₁, C1₁₁)、福利厚生費 (V1₁₂, C1₁₂)、外注費 (V1₁₃, C1₁₃)、荷造運賃 (V1₁₄, C1₁₄)、広告宣伝費 (V1₁₅, C1₁₅)、交際費 (V1₁₆, C1₁₆)、旅費交通費 (V1₁₇, C1₁₇)、通信費 (V1₁₈, C1₁₈)、販売手数料 (V1₁₉, C1₁₉)、販売促進費 (V1₂₀, C1₂₀)、消耗品費 (V1₂₁, C1₂₁)、修繕費 (V1₂₂, C1₂₂)、水道光熱費 (V1₂₃, C1₂₃)、支払手数料 (V1₂₄, C1₂₄)、車両費 (V1₂₅, C1₂₅)、地代家賃 (V1₂₆, C1₂₆)、リース料 (V1₂₇, C1₂₇)、保険料 (V1₂₈, C1₂₈)、租税公課 (V1₂₉, C1₂₉)、減価償却費 (V1₃₀, C1₃₀)、その他販管費 (V1₃₁, C1₃₁)、雑費 (V1₃₂, C1₃₂)、受取利息配当金ほか (V1₃₃, C1₃₃)、仕入割引 (V1₃₄, C1₃₄)、支払利息割引料ほか (V1₃₅, C1₃₅)、売上割引 (V1₃₆, C1₃₆)

項目	金額	固定費比率
売上高	12000	
期首商品棚卸高	0	0
期首製品棚卸高	820	0
当期商品仕入高	0	0
当期製品製造原価		0
期末商品棚卸高	0	0
期末製品棚卸高	745	0
役員報酬	102	100
給料手当	306	100
雑給	0	100
法定福利費	0	100
消耗品費		100
修繕費		100
水道光熱費		100
支払手数料	24	0

図3. 5 損益計算書

3. 3 製造原価報告書

製造原価報告書の画面を図3. 6に示す。製造原価報告書も損益計算書と同様に、画面上部にはトップメニューへ遷移するためのボタンを配置しており、画面下部には、他の部分に遷移するためのボタンを配置してある。

製造原価報告書でも、各入力項目の金額(千円)と固定費比率(%)の入力を行うためのテキストフィールドが配置されている。トップメニューでデータの読み込みを行っている場合には、読み込まれた数値がテキストフィールドに表示される。外部からデータを読み込まない場合でも、製造原価報告書の部分で直接数値が入力できるようになっている。

入力項目は以下の通りであり、金額はV2m, 固定費比率はC2mに代入する。

期首材料卸高 (V2₁, C2₁)、当期材料仕入高 (V2₂, C2₂)、期末材料棚卸高 (V2₃, C2₃)、役員報酬 (V2₄, C2₄)、給料手当 (V2₅, C2₅)、雑給 (V2₆, C2₆)、法定福利費 (V2₇, C2₇)、福利厚生費 (V2₈, C2₈)、その他の労務費 (V2₉, C2₉)、外注加工費 (V2₁₀, C2₁₀)、動力費 (V2₁₁, C2₁₁)、荷造運賃 (V2₁₂, C2₁₂)、消耗品費 (V2₁₃, C2₁₃)、消耗工具費 (V2₁₄, C2₁₄)、水道光熱費 (V2₁₅, C2₁₅)、修繕費 (V2₁₆, C2₁₆)、減価償却費 (V2₁₇, C2₁₇)、保管料 (V2₁₈, C2₁₈)、特許使用料 (V2₁₉, C2₁₉)、賃貸料 (V2₂₀, C2₂₀)、その他経費 (V2₂₁, C2₂₁)、期首仕掛品棚卸高 (V2₂₂, C2₂₂)、期末仕掛品棚卸高 (V2₂₃, C2₂₃)

金額	固定費比率	金額	固定費比率
期首材料卸高 420	0	消耗品費 350	0
当期材料仕入高 3620	0	消耗工具費 314	0
期末材料棚卸高 500	0	水道光熱費 229	0
役員報酬 0	100	修繕費 0	100
給料手当 0	100	減価償却費 1340	100
雑給 0	100	保管料 0	0
法定福利費 0	100	特許使用料 0	0
福利厚生費 0	100	賃貸料 0	100
その他の労務費 3462	100	その他経費 190	100
外注加工費 0	0	期首仕掛品棚卸高 450	0
動力費 0	0	期末仕掛品棚卸高 380	0
荷造運賃 0	0		

図3. 6 製造原価報告書

3. 4 損益分岐点計算

損益分岐点計算の画面を図3. 7に示す。損益分岐点計算も他の部分と同様に、画面上部にはトップメニューへ遷移するためのボタンを配置しており、画面下部には、他の部分に遷移するためのボタンを配置してある。この画面では、入力されたデータをもとに損益分岐点の計算を行う。各項目は以下の式により求まる。

$$\begin{aligned} \text{固定費} = & V1_2 \times C1_2 + V1_3 \times C1_3 + V1_4 \times C1_4 - V1_6 \times C1_6 - V1_7 \times C1_7 \\ & + \sum_{n=8}^{24} V1_n \times C1_n - V1_{33} \times C1_{33} - V1_{34} \times C1_{34} + V1_{35} \times C1_{35} + V1_{36} \\ & \times C1_{36} + V2_1 \times C2_1 + V2_2 \times C2_2 - V2_3 \times C2_3 + \sum_{m=4}^{17} V2_m \times C2_m + V2_{22} \\ & \times C2_{22} - V2_{23} \times C2_{23} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{変動費} = & V1_2 \times (100 - C1_2) + V1_3 \times (100 - C1_3) + V1_4 \times (100 - C1_4) - V1_6 \\ & \times (100 - C1_6) - V1_7 \times (100 - C1_7) + \sum_{n=8}^{24} V1_n \times (100 - C1_n) - V1_{33} \\ & \times (100 - C1_{33}) - V1_{34} \times (100 - C1_{34}) + V1_{35} \times (100 - C1_{35}) + V1_{36} \\ & \times (100 - C1_{36}) + V2_1 \times (100 - C2_1) + V2_2 \times (100 - C2_2) - V2_3 \\ & \times (100 - C2_3) + \sum_{m=4}^{17} V2_m \times (100 - C2_m) + V2_{22} \times (100 - C2_{22}) - V2_{23} \\ & \times (100 - C2_{23}) \end{aligned}$$

$$\text{利益} = \text{売上高} - (\text{固定費} + \text{変動費})$$

$$\text{限界利益} = \text{固定費} + \text{利益}$$

$$\text{損益分岐点} = \frac{\text{固定費}}{1 - \frac{\text{変動費}}{\text{売上高}}}$$

求められたこれらの数値より、経営分析を行うことができる。限界利益は固定費に利益を加えたものであるため、限界利益が固定費を上回ると黒字となり、逆に下回ると赤字となる。また、限界利益と固定費が同額の場合が損益分岐点に相当する。

経営分析支援ソフトの開発



図3.7 損益分岐点計算

損益分岐点計算では以下の操作ができる。

(1) グラフの描画

①はグラフの描画を実行するためのボタンであり、タップすることで損益分岐点図表を描画できる。(図3.8)

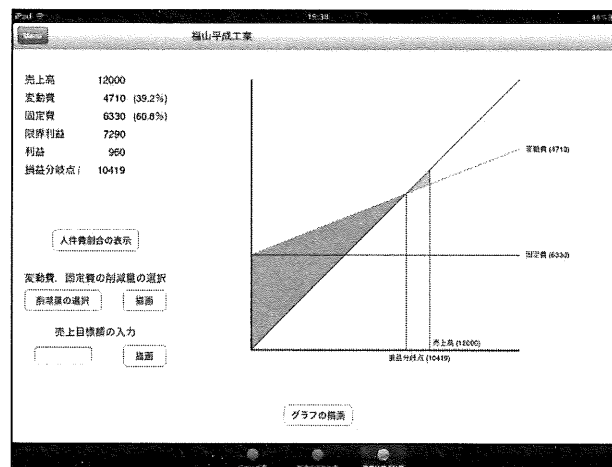


図3.8 グラフの描画

(2) 人件費割合の表示

②は固定費に占める人件費割合の表示を実行するためのボタンであり、タップする

ことでグラフに人件費割合が表示される。(図3.9)

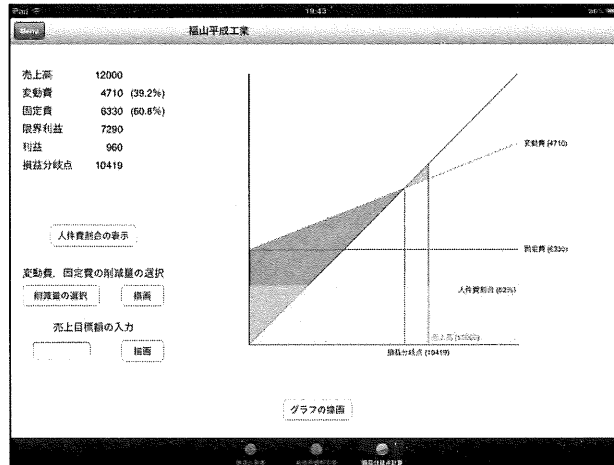


図3.9 人件費割合の表示

(3) 変動費、固定費の削減量の選択

③は変動費もしくは固定費を一定量削減した時の各数値の変化をシミュレートするためのボタンであり、タップするとピッカービューが表示され(図3.10)、変動費または固定費の削減量を-10%、-20%、-30%から選択し、描画ボタンをタップすると指定された削減量で再計算された各数値とグラフが描画される。(図3.11)

(4) 売上目標額の入力

④は売上目標額を入力するためのテキストフィールドであり、売上目標額を入力して描画ボタンをタップすると、入力された売上目標額により再計算された各数値とグラフが描画される。(図3.12)

経営分析支援ソフトの開発

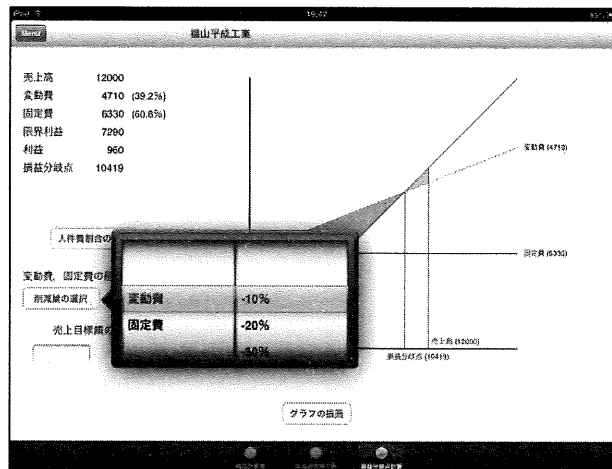


図3.10 変動費、固定費の削減量の選択

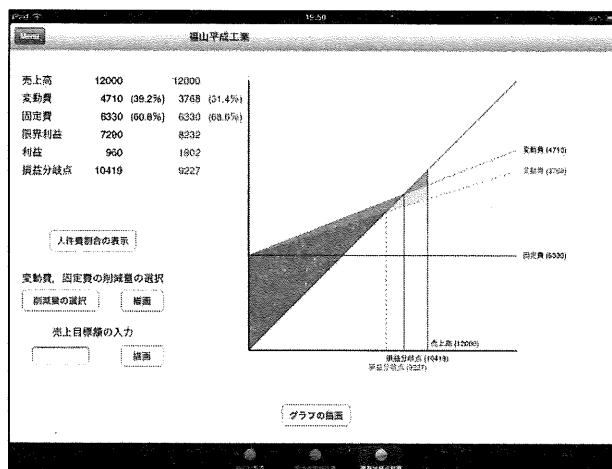


図3.11 各数値とグラフの描画

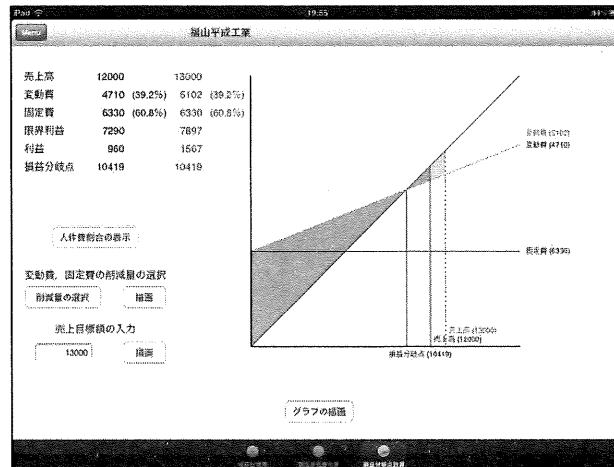


図3.12 売上目標額の入力

また、損益分岐点計算の画面は横方向にスクロールでき、右側にはTKC経営指標（速報）のデータにもとづいたグラフが描画でき、各業種のグラフと比較することができる。その様子を図3.13～3.15に示す。

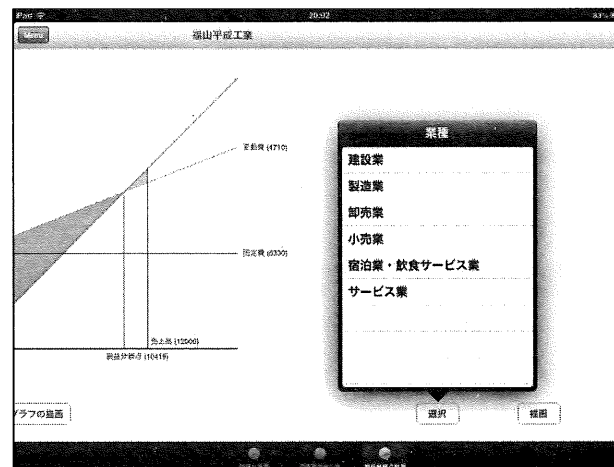


図3.13 業種の選択

経営分析支援ソフトの開発

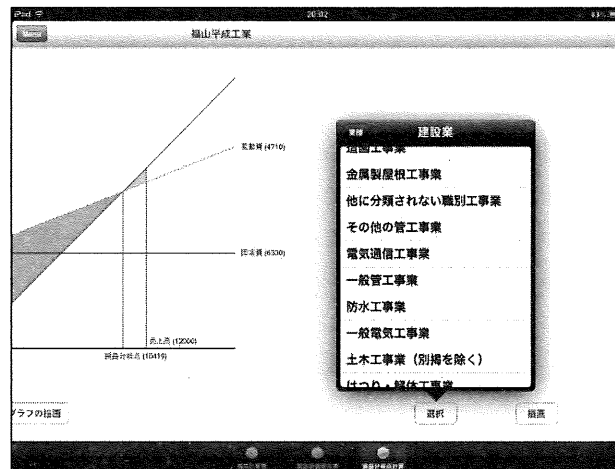


図3.14 種別の選択

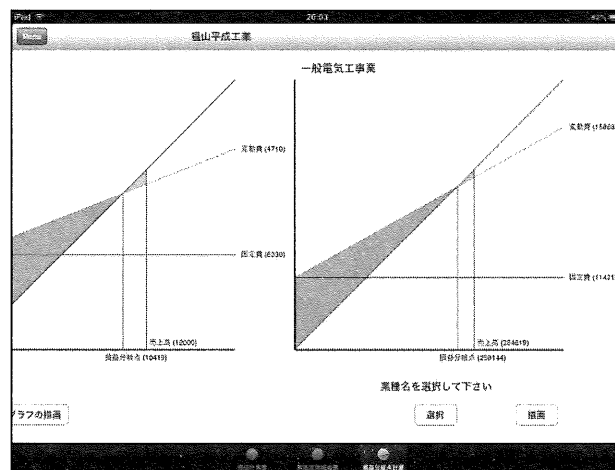


図3.15 グラフの描画

以上のように、各操作により経営分析を簡単に行え、またグラフにより視覚的にわかりやすく学ぶことができる。また、損益計算書や製造原価報告書で各数値を再入力してグラフを描画し直すことで、より細かな数値の変化を学ぶことも可能である。

5. おわりに

今回開発した本ソフトでは、損益分岐点計算により経営分析が行え、グラフ描画により視覚的にもわかりやすくしている。簡易なシミュレーション機能を搭載することで、初学者でも容易に操作できるように工夫した。また、TKC経営指標のデータと比較出来るようにすることで、より学習効果が高まると考えている。

さらに、本ソフトはタブレット端末用に開発しているため、パソコン教室でなく普通教室でも利用可能であり、授業への導入が容易となっている。将来テキストが電子化された時にも移行が可能である。

今後、実際の教育現場に導入し、その教育効果を確かめるとともに、現場の声をフィードバックさせることで、機能を強化するなどする予定である。

参考文献

- 1) <http://www.tkc.jp/clientcompany/bast/>

Development of software for financial statement analysis

Makoto OZAKI, Zenko SHIBATA

Department of Business Administration,
Faculty of Business Administration, Fukuyama Heisei University.

Abstract : We have produced a software for the facilitation of financial statement analysis, which is intended to be used for educational purpose in classes.

The software's functional focus is on helping the user to learn financial statement analysis, and we were especially careful in making the software easily usable for beginning learners. Also, as it is equipped with simple simulating function, changes of variables can be handily discerned.

Having been developed for the use with tablet terminals, the software can readily be utilized in classrooms. Also, it can deal with the digitization of textbooks in the future.

Keywords : financial statement analysis, break-even point, tablet

福山平成大学経営学部紀要
第9号(2013), 39頁－52頁

日本における会計基準のコンバージェンスをめぐる動向*

芝 田 全 弘

福山平成大学経営学部経営学科

要旨：わが国でIFRSの強制適用が決定したわけではないが、強制適用が既定の事実のごとく進んでいる雰囲気がある。しかし、産業界の要望によりわが国でIFRSの強制適用される時期が先送りされることになった。会計基準のコンバージェンス（収斂）をめぐる歴史的経緯を振り返るとともに、産業界の要望について考察する。

キーワード：国際会計基準、連単分離、連結先行

1. はじめに

昨今、書店のビジネス書や新刊書の売り場に行くと、「国際会計基準」や「IFRS」という言葉がタイトルに含まれている書籍が多く見かけられるようになった。また、書籍のみならず、国際会計基準を特集号とした雑誌や、国際会計基準を扱っている別冊雑誌もよく見かけられる。このような書籍や雑誌には、会計の初学者を対象にしたものから企業の経理担当者や会計実務家を対象にしたものまである。ただ、書籍や雑誌の内容の多くは、すでに国際会計基準の強制適用は既定路線であるとして、個々の企業はその導入にどのような対処すべきなのかを解説している¹。

2007年8月、わが国企業会計基準委員会（ASBJ）は、国際会計基準審議会（International Accounting Standards Board：IASB）と「東京合意（Tokyo Agreement）」を結んだ。この合意は、2011年までに日本基準と国際会計基準間の差異を解消（コンバージェンスを完了）するというものである。さらに、わが国企業会計審議会が2009年6月に公表した「我が国における国際会計基準の取扱いについて（中間報告）」によると、わが国会計基準のコンバージェンスの継続・加速すること、2010年度3月期から上場企業に国際会計基準の任意適用を認めること、そして、2012年を目途に国際会計基

*本稿は2012（平成24）年3月脱稿したものである。

準の強制適用の是非を決定することになっている。2012年に強制適用を決定した場合は、2015年または2016年に適用を開始することになっている。

このような流れからか、国際会計基準の強制適用は既定路線であると捉えられているのであろう。しかし、2011年6月21日の記者会見で、自見庄三郎金融相は、強制適用の開始時期について「2015年3月期はない」と明言し、仮に2012年中に強制適用を決めた場合でも実施までの準備期間を「5～7年」とする意向を示し、延期の方向が実質的に固まった²。自見金融相の発言に影響を与えたのは、製造業を中心とする産業界からの強い要望であった³。

国際会計基準の導入について、産業界からは慎重論が出され、我が国の「会計学者の多くはIFRSに批判的」⁴であるにもかかわらず、国際会計基準を積極的に導入するべきという声の方が圧倒的に大きい。本稿では、我が国における国際会計基準導入の経緯を振り返るとともに、国際会計基準の（強制）適用に慎重な見解を整理し考察する。

なお、IASBの前身である国際会計基準委員会（International Accounting Standards Committee : IASC）が設定した基準を国際会計基準（International Accounting Standards : IAS）と言い、IASBが設定した基準を国際財務報告基準（International Financial Reporting Standards : IFRS）と言われるが、本稿では、特に必要がない限りIASとIFRSを一括してIFRSと記すことにする。

2. コンバージェンスの動向

会計基準のコンバージェンスの動向を、まず歴史的に振り返り、IASC設立当初から現在までの経緯をまとめ、そしてわが国の会計制度が国際的な影響を受けて変更されてきた経緯を述べることにする。

2-1. IASC設立からIASBに改組後の海外でのコンバージェンスの動向⁵

IASCは、1973年6月、会計基準の国際的調和化を目的として設立された民間の機関である。設立時のメンバーは、オーストラリア、カナダ、フランス、ドイツ、日本、メキシコ、オランダ、イギリス、アメリカの会計士団体である⁶。

IASCが設定した国際会計基準（IAS）は、当初、「『理念・理想は高くても実務的でない』『エスペラント語だ』として」⁷、世界的にあまり重視されなかった。というのも、IASCはプライベート・セクターであり、IASCが設定した国際会計基準には強制力を付与する場がなかったからである。これは、米国の財務会計基準審議会（Financial Accounting Standards Board : FASB）も同様にプライベート・セクターであるが、FASBが設定した基準には米国証券取引委員会（Securities and Exchange Commission : SEC）による権威ある支持が与えられていたのとは対照的である。

この国際会計基準（IAS）が見向きもされなかった状況が、1880年代後半、証券監督者国際機構（International Organization of Securities Commissions：IOSCO）の働きがけにより一変することになる。IOSCOは、証券監督当局の国際組織であり、SECやわが国の金融庁（当時は大蔵省証券局）が参加している。IOSCOは証券市場に対する規制の国際標準の確立を目指している。IOSCOは、1987年6月よりIASCの諮問グループに参加し、翌年には国際会計基準（IAS）の支持を表明した。すなわち、IOSCOが「一定の会計基準（コア・スタンダード）が完成すれば、国際的に資金調達する企業の財務諸表作成基準として国際会計基準（IAS）を認知する」と表明したのである。IOSCOの支持により、国際会計基準（IAS）が会計基準として拘束力を持つ可能性が高まった⁸。

IOSCOの支持を受けて、IASCは会計処理を可能な限り1つに統一することにより企業間の比較可能性を向上させるために精力的に作業し、1989年1月に公開草案第32号「財務諸表の比較可能性」（E32）を公表し、国際会計基準（IAS）の改訂作業に着手した。このIASCの作業は比較可能性改善プロジェクトと呼ばれ、1993年に完了した。

比較可能性改善プロジェクトで見直された国際会計基準（IAS）は、IOSCOの満足するものではなかった。このため、1995年に、IASCとIOSCOは、国際会計基準（IAS）を再度見直し、1999年6月までに「コア・スタンダード」を完成させることに同意した。その後、IASCは、2000年3月のIAS40号「投資不動産」の承認をもってコア・スタンダードを完成させた。これを受けて、IOSCOは、2000年5月のシドニー総会で国際会計基準（IAS）の支持を表明し、IOSCOのメンバーに国際会計基準（IAS）の使用を認めることを勧告した。

1997年7月、コア・スタンダードの完成が間近に迫ったことで、今後のIASCの目指す方向性について検討するために、IASCは戦略作業部会を設置した。戦略作業部会では、IASCがコア・スタンダード完成後に設定すべき国際会計基準（IAS）の検討、IASCと各国の会計基準設定主体との連携を強化するために必要な組織改革に関する検討、および国際会計基準（IAS）設定プロセスの見直しに関する検討が行われた。戦略作業部会は、1998年12月には討議資料「IASCの将来像」を公表し、1999年11月には「IASCの将来像への勧告」を公表した。これを受けて、IASCは組織改革を行い、2001年7月、国際会計審議会（IASB）が設立された。

その後、2002年9月、IASBとFASBは、米国のコネチカット州のノーウォークで行った合同会議で、国内外向けの財務報告で適用可能な会計基準のコンバージェンスを目指して、IFRSと米国基準の中長期的な統合に向けて合意した。この合意は「ノーウォーク合意」⁹と呼ばれる。

2007年11月、米国SECは、米国内に上場する外国企業に対し、IFRSに基づいて作成した決算報告を数値調整なしで受け入れる方針を決定した。

欧州では、2000年6月に欧州連合（European Union：EU）は、2005年までにIFRSに基

づく連結財務諸表の作成をEU 域内の上場企業に対して強制する方針を表明した。2007年（後に2009年）からEU域内で資金調達を行うEU域外の外国企業についても、EUは、「IFRS またはこれと同等と認められる会計基準」による連結財務諸表の作成を求めた。そこで、2004年6月、欧州委員会（European Commission：EC）は欧州証券規制当局委員会（Committee of European Securities Regulators：CESR、現欧州証券監督機構（European Securities and Markets Authority：ESMA））に対して、米国、カナダ、日本の会計基準とIFRSと同等と認められるか否かについての助言をするように求めた。

2-2. わが国におけるコンバージェンスの動向

わが国においても、1997年以降の「会計ビッグバン」と呼ばれるわが国の会計制度を大幅に改変する一連の動きによって、会計基準のコンバージェンスに向けて舵を切ることになる。会計ビッグバンの背景として、古市氏は次の3つを挙げている¹⁰。

- ① 「日本版金融ビッグバン」に伴う情報開示強化の要請
- ② 会計基準の国際的なコンバージェンスへの対応
- ③ 日本企業を取り巻く社会・経済環境の変化

①について、1996年10月に当時の橋本龍太郎首相が、わが国の金融・資本市場をニューヨークやロンドン並みに「フリー」「フェア」「グローバル」な国際金融市場とするための金融システム改革を検討するよう指示した。このような金融市場を構築するためには企業の実体を的確に表した情報開示が必要であるとして、そのインフラの1つである会計情報の重要性がより強く認識されるようになった¹¹。

②について、上述したように、IOSCOがIASの支持可能性を表明したことにより、IOSCOに加盟する各国も自国の会計制度を国際的にコンバージェンスする方向に調整せざるを得なくなった。わが国もその例外ではなく、IASとの整合性を視野に入れた会計基準の見直しが課題となった¹²。

③について、日本経済の高成長から低成長への移行やバブル経済崩壊後の資産価格の低迷等に伴う含み益に依存する経営が行き詰まったり¹³、金融機関が多額の不良債権に苦しむようになった。1997年11月以降生じた三洋証券、北海道拓殖銀行と山一証券の破綻に代表されるようにわが国の金融機関に対する信用が著しく低下し、ジャパン・プレミアム¹⁴が発生した。さらに、1999年3月期の日本基準で作成した英文財務諸表について、ビッグ5（当時）が提携先のわが国の監査法人に警告（レジェンド）を付すように要請した（レジェンドの問題）。監査報告書に付けられた警告とは、「この財務諸表は日本の会計基準で作成されており、監査も日本の監査基準で行われている」という内容のものである。ジャパン・プレミアムの発生とレジェンドの問題は、国際的に日本基準の信頼性の無さを世間に示すことになった。

このような問題を背景として、会計ビッグバンが行われ、1997年の「連結財務諸表原則」の改訂からはじまり新しい会計基準¹⁵や監査基準が作成され、適用されるようになった¹⁶。その結果、上述したように、日本基準が欧米の会計基準と同等との評価を受けるようになる。

会計ビッグバンの1つとして、2001年7月には新しい会計基準設定機関が設立された。これまで、大蔵省（現在は金融庁）設置の諮問機関である企業会計審議会が会計基準を作成していた。わが国がIASBに参加するにあたり次の条件を満たす必要があった¹⁷。

- (1) 参加資格は会計基準設定機関にある。
- (2) 常設の会計基準設定主体であり、常勤者を有すること。
- (3) 会計基準の設定プロセスが公開、透明であること。
- (4) 設定主体が、資金調達を含めて、すべての利害関係から独立性を有していること。

ところが、企業会計審議会は(2)～(4)の条件を満たしていなかった。特に問題とされたのは、独立した民間機関ではなく「官」主導で会計基準作成をしていたことだった¹⁸。そのため、わが国はIASB理事会から閉め出されかけた。このような事情があり、民間の会計基準設定主体として企業会計委員会（ASBJ）が設立された。かくして、「官」主導で会計基準が設定されていたのが、民間主導によって会計基準が設定されるようになった。

図表1 会計ビッグバンの主な内容

Event	公表日	適用日	内 容/重要性・例外規定
会計基準の改正			
1	1997.6	1999.4- (段階適用 1998.4-)	「連結財務諸表原則」の改正。連結の範囲に関する「重要性の原則」の設定（注解6）。
2	1998.6	2001.4- (段階適用 2000.4-)	「退職給付に係る会計基準」の新設。実施時期に関する「緩和措置」の設定（前文五）。
3	1999.1	2000.4- (その他有価証券への適用 2001.4-)	「金融商品に関する会計基準」の新設。保有目的区分変更に関する初年度の緩和措置の設定（「金融商品会計に関する実務指針」第197項）。
4	2002.8	2005.4- (任意適用 2003.4-)	「固定資産の減損に係る会計基準」の新設。実施時期に関する「緩和措置」の設定（前文五）。
5	2003.10	2006.4-	「企業結合に係る会計基準」の新設。特定の条件下での持分プーリング法の適用（三・3）。
監査基準・公認会計士法・関連機関等の改正・設置			
6	2002.1	2002.4-	監査基準の改正
7	2003.5	2004.4-	公認会計士法の改正
8	2004.4		公認会計士・監査審査会の設立
9	2001.7		企業会計基準委員会（ASBJ）の設立

(注) 上記の会計基準の他に、企業会計審議会から次の諸基準が公表された。「連結キャッシュ・フロー計算書等作成基準」（1998年3月）、「中間連結財務諸表等の作成基準」（同年3月）、「研究開発費等に係る会計基準」（同年3月）、「税効果会計に係る会計基準」（同年10月）、「外貨建取引等会計処理基準」（1999年10月）。

出所）角ヶ谷[2011]、49頁。

2004年にASBJとIASBは、会計基準のコンバージェンスに向けた共同プロジェクトを立ち上げることに合意し、2005年よりほぼ半年ごとに年2回、東京とロンドンで交互に定期協議を開いている。

このような背景として、EUが域外国の同等性評価を始めたことに対応する必要があった

からである。2005年7月にCESRから公表された「第三国会計基準の同等性および第三国財務情報の法執行メカニズムの説明に関する技術的助言」によると、日本基準とIFRSは全体として同等であるとしたものの¹⁹、26項目の差異が指摘され補正開示が必要とされた。CESRの助言を受けて、2006年1月にASBJは「日本基準と国際会計基準とのコンバージェンスへの取組みについて－CESRの同等性評価に関する技術的助言を踏まえて－」と題する報告書を公表した。同報告書のプロジェクト計画表において、26項目の差異解消のための取り組み状況について、2008年年初の達成状況の見通しを明らかにした。さらに、同報告書で、世界各国の会計基準設定機関とのより緊密な関係を構築すべしという考えから、ASBJがFASBとも2006年5月より定期協議を始めることを公表した。

2007年8月、ASBJとIASBは短期および長期のコンバージェンス・プロジェクトにおいて目標期日を設定し、その期日までにコンバージェンスを実現することを発表した（「東京合意」と呼ばれる）。短期コンバージェンス・プロジェクトは、CESRによる同等性評価で指摘された差異の解消を2008年までに達成するというものである²⁰。短期コンバージェンス・プロジェクトに含まれない差異は、その他（長期）コンバージェンス・プロジェクトとして、2011年6月30日までに解消させるというものである。

差異の象徴とされていた持分プーリング法が2008年12月に改正された企業結合会計基準で廃止されることになり、これをもって短期コンバージェンス・プロジェクトは完了した。一連の短期コンバージェンス・プロジェクトの完了により、2008年12月、ECはわが国会計基準とIFRSを同等であることを認めた。2009年以降も、わが国企業は、EU域内で資金調達するに際し、引き続きわが国会計基準を利用することができることになった。

「はじめに」で述べたように、企業会計審議会は、2009年8月、「わが国における国際会計基準の扱いについて（中間報告）」（以下、「中間報告」と記す）を公表した。「中間報告」では、2010年度3月期からIFRSの任意適用を認め、2012年を目途にIFRSの強制適用の是非を決定することが表明されている。

また、「中間報告」では、連結財務諸表と個別財務諸表について次のように述べている。

「コンバージェンスの推進には、これまでの会計を巡る実務、商慣行、取引先との関係、さらには会社法との関係及び税務問題などの調整を要する様々な問題が存在する。こうした状況を踏まえ、今後のコンバージェンスを確実にするための実務上の工夫として、連結財務諸表と個別財務諸表との関係を少し緩め、連結財務諸表に係る会計基準については、情報提供機能の強化及び国際的な比較可能性の向上の観点から、我が国固有の商慣行や伝統的な会計実務に関連の深い個別財務諸表に先行して機動的に改訂する考え方（いわゆる「連結先行」の考え方）で対応していくことが考えられる」²¹。

「連結先行」の他に、連結財務諸表にはIFRSを適用し、個別財務諸表には国内基準を適

用するという「連単分離」という考え方もあるが、「中間報告」では連単分離についてはあまり述べられていない。「連結先行」については項を改めて述べることにする。

3. リーマン・ブラザーズの破綻および金融危機発生後の展開

2008年7月13日、ヘンリー・ポールソン（Henry Paulson）米財務長官が開いた記者会見で、米国の二大住宅公社である連邦住宅抵当金庫（ファニーメイ）と連邦住宅貸付抵当公社（フレディマック）が経営危機に陥っていて、両社の累積損失が5.2兆ドルであることが明らかになった²²。この会見を契機に、同年9月に米大手証券会社リーマン・ブラザーズが破綻し、世界的な金融危機に突入したのは周知の通りである。

2007年8月のサブプライムローン危機後、米国では「貸し渋り」や「貸し剥がし」が頻発し、「全米の金融機関が信用収縮（クレジット・クランチ）を起こしている状態」²³になっている。このためさらに全米で信用危機（銀行を信じなくなる）と流動性危機（債券やお札の流通力を信じなくなる）が加速して²⁴いた。2008年4月、事態を悪化させないために、米国政府と米国SECが「音頭を取って、金融・会計当局そのものが加担して、アメリカの金融法人も事業法人も実質的には（金融商品に——引用者注）時価会計基準を自社の会計に適用しなくてもよいことにした」²⁵。つまり、事実上時価基準を放棄することにより、不良債権には引当金を設定せず、取得原価で評価できるようになった。

（時価基準を放棄し原価基準を容認したにもかかわらず、同年7月にファニーメイとフレディマック危機が生じるのだが）金融危機のために、2008年11月に米国SECが示したロードマップ案では2009年度財務報告から早期適用（任意適用）を認めることになっていたが、2010年2月に早期適用は制度化しないことが公表された（2008年のロードマップ案で示された「IFRSの強制適用をするかどうかの最終決定は2011年に行う」という案は撤回されていない）。

その後、2011年4月、IASBとFASBは、コンバージェンスのプロジェクトとなっていた「金融商品」、「収益認識」、「リース」の3つのプロジェクトが2011年6月に完了予定であったのを、数ヶ月延期することを公表した。さらに、同年6月21日、シャピロ（Shapiro）米国SEC委員長は、「『IFRS適用を求める米企業や投資家の声はそれほど多くない』と語り、適用の是非を慎重に判断していく方針を示した」²⁶。米国が、どのような意図を持っているのかは定かではないが、「意図的にコンバージェンスを送らせているのではないか、と思えてくる」²⁷とすら田中氏は指摘している。

このような海外の情勢の変化や産業界からの要望を受け、2011年6月21日に自見庄三郎金融相は、2015年3月期にIFRSの強制適用がないこと、仮に強制適用するとしても準備期間を「5～7年」延ばすことを表明した。産業界からどのような要望が提出されたのだから

うか。

製造業を中心とする産業界は、2011年5月25日付で「我が国のIFRS対応に関する要望」を金融庁に提出している。この要望書では次のことが述べられている²⁸。

- ・IFRSの検討項目は、国際競争が一層厳しくなっている環境下で、日本国内で立地を続け、雇用を続ける上で大きな足かせとなりかねないものも含まれている。
- ・国際情勢を見ると、米国、インド、中国をはじめとして、諸外国の対応は以前ほど積極的ではなく、明らかに後退している。
- ・日本の会計基準のコンバージェンスが進み、重要な差異が概ね解消され、欧州から同等と見なされていること、国際的な資金調達を真に必要とする企業には任意適用の道が開かれている。
- ・2011年3月に発生した東日本大震災から早期復旧すること、雇用の維持が最優先課題であり、IFRSに対応するための莫大なコストと事務負担かける余裕がない。
- ・復興過程においての景気循環が想定される中、中長期を見据えて、景気同調性が高く収益の変動が起りやすいIFRSの導入が真に日本の経済、産業の復興に資するのかをきちんと検証する必要がある。

以上の点を踏まえた上で、産業界はつぎの2点について対応することを要望している。

- ① 上場企業の連結財務諸表へのIFRSの適用の是非を含めた制度設計の全体像について、国際情勢の分析・共有を踏まえて、早急に議論を開始すること。
- ② 全体の制度設計の結論を出すのに時間を要する場合には、産業界に不用品準備コストが発生しないよう、十分な準備期間（例えば5年）、猶予措置を設ける（米国基準による開示の引き続きの容認）ことが必要。」²⁹

①の「上場企業の連結財務諸表へのIFRSの適用の是非を含めた制度設計の全体像」とは、IFRSの任意適用か強制適用か、強制適用の場合の対象となる上場企業の適用範囲、連結の日本基準の在り方、国内制度と密接な関係がある個別の日本基準の在り方等を指している。

②について、2012年に強制適用を決定した場合、2015年または2016年から適用開始される旨が中間報告書に記載されている。「IFRSに基づく開示は当期のIFRS財務諸表と前期のIFRS財務諸表、加えて前期の期首財政状態計算書が必要となる。3月決算企業の場合、仮に2015年3月期から強制適用することが決定された場合、遡って2013年3月期末からIFRSによる財務諸表作成が必要となり、仮に2012年に強制適用するものと判断した場合には、1年あまりしか準備期間がないことになる」³⁰。「制度設計の全体像」が決定していない状態で、2012年に強制適用決定されたときのリスクに備えて、規制を受ける企業はIFRS導

入のための準備をせざるを得ない状況になっている。そのため、要望書では、2015年に上場企業一斉の強制適用がないことをアナウンスするとともに、「中間報告」の修正を要請している。

4. 「連結先行」という考え方

2011年6月30日に企業会計審議会総会が開催された際の配布資料4「我が国のIFRS対応に関する要望」には別紙として「IFRS対応に関する各業界の意見について」が添付されていた。これには、過去に開かれた企業財務委員会等で各産業界が発言した内容がまとめられているのだが、産業界からは個別財務諸表にIFRSを適用することが要請されていないことがわかる。

紙幅の都合で発言の内容すべてを取り上げることは不可能であるので、「連結先行」について述べることにする。

「中間報告」では、個別財務諸表について次のように述べている。

「個別財務諸表は、会社法上の分配可能利益の計算や、法人税法上の課税所得の計算においても利用されており、我が国固有の商慣行、利害関係者間の調整や会計実務により密接な関わりのあるものである。従って、仮に、IFRSを個別財務諸表に適用することを検討する場合には、これらの他の制度との関係整理のための検討・調整の時間が必要となる。

これらを併せ鑑みると、少なくとも任意適用時においてIFRSを連結財務諸表作成企業の個別財務諸表に適用せず、連結財務諸表のみに適用することを認めることが適当であると考えられる」³¹。

「中間報告」で「少なくとも任意適用時」にはIFRSを個別財務諸表に適用しないと述べているところをみると、IFRSを強制適用されたときには個別財務諸表にもIFRSを適用する意図があると読み取れる。この根底には、連結財務諸表は個別財務諸表を元にして作成されるので、連結財務諸表も個別財務諸表も同一の基準、つまりIFRSに基づいて作成されるべきだという考えがある。

しかし、2010年に改訂される前の概念フレームワークによると、「本フレームワークは、連結財務諸表を含む一般目的の財務諸表を取り扱う。（中略）特別目的の財務報告書、例えば目論見書及び税務目的のために作成される計算書類は、本フレームワークの範囲外である」³²と述べられている。IFRSは連結財務諸表のための会計基準であることがわかる。IFRSは個別財務諸表に適用することを想定していないのである³³。

個別財務諸表は配当可能利益を算定するため、そして、確定決算主義をとっている国では、課税所得を計算するためにも作成される。企業への課税権は各国政府にあり、民間の団体であるIASBにはないのである³⁴。

従って、海外では連単分離は珍しいことではない。例えば、EU加盟国は連結財務諸表にIFRSを強制適用しているが、個別財務諸表にまで強制適用しているのは、イタリア、キプロス、エストニア、ギリシア、リトアニア、マルタであり、その他の加盟国では、適用を認めていないか、任意適用である³⁵。キプロス、エストニア、ギリシア、リトアニア、マルタがIFRSを個別財務諸表にまで強制適用しているのは、「それぞれの国に独自の会計基準がないか、大きな産業や企業がないため独自の基準を必要としていないから」³⁶である。わが国と同じ確定決算主義をとっているドイツ、フランスは、もちろん連単分離である。わが国で連単を一致させた場合であっても、配当可能利益の計算や課税所得の計算は必要であり、そのために新たな法規則を作らなければならないため、かえってコストがかさむことになる。連結先行という考え方は、わが国においては現実的ではないといえる。

5. 結びに代えて

IFRSの特徴といえば、原則主義、資産負債アプローチ、公正価値、包括利益などがあげられる。これらは、いずれも従来のわが国の会計慣行には馴染みのないものであり、IFRSを強制適用するとなると、1企業の導入コストの問題だけでは到底済まされない。わが国が「長年築き上げてきた自国のルールを放棄して、新しいルールに合わせていろいろ制度や法律を改正しなければならないし、それには膨大なコストがかかるのである。コストがかかるだけでなく、自国のルールを国際統一ルールに合わせることで自体が不利になるケースもすくなくない」³⁷。わが国場合、時価会計や減損会計を制度化したために、多くの金融機関が破綻したり、多くの企業が業績不振で苦しんだのは、周知の通りである。

「会計基準は企業の業績や株価に影響を与える重要なルールである。企業の生殺与奪の権を握り、一国の経済を左右するといっても過言ではない」³⁸ からこそ、先走ってコンバージェンスをするのではなく、諸外国の情勢をよく見極めた上で、コンバージェンスを進める方が望ましいと思われる。現在、わが国ではIFRSの任意適用を認められているので、IFRSを適用しているわが国企業の様子を窺った上で、慎重にIFRSの強制適用の可否を決めるべきであろう。

本稿では、産業界が要望している内容についてすべて取り扱うことができなかった。本稿で扱えなかった内容は、別項で扱うことによって、コンバージェンスについての産業界の意向を明らかにしたい。

- 1 岩井・佐藤[2011]、『IFRSに異議あり』、日本経済新聞社出版、4頁。
- 2 日本経済新聞、2011年6月22日、5面。
- 3 同上書、5面。
- 4 岩井・佐藤[2011]、6頁。

- 5 おもに伊藤[2010]、96～100頁を参照している。
- 6 伊藤[2010]、96～97頁。
- 7 田中[2010]、15頁。
- 8 田中[2010]、16、113頁。
- 9 「ノーウォーク合意は、EUが2005年に域内の上場企業にIFRSを強制適用しようと準備を進めていることを意識したものであり、以下の4点を主な内容としている。
 - (1) 一部の金融商品や研究開発費など短期的に統一が可能な領域については、2003年中に統一案をまとめる。
 - (2) 2005年1月時点で残存する相違点については、これを解消するための共同作業を続行していくこと。
 - (3) 現在進行中の収益認識プロジェクトなどの共同プロジェクトを今後も継続していくこと。
 - (4) 解釈指針を作成する双方の機関の活動の調整を図ること。」(橋本尚[2007]、103頁)
- 10 古市[2008]、55頁。
- 11 古市[2008]、55～56頁。
- 12 古市[2008]、56～57頁。
- 13 古市[2008]、57頁。
- 14 ジャパン・プレミアムとは、「日本の金融機関が海外の金融市場から資金調達にあたり、他国の金融機関の金利に上乗せされた金利のこと」をいう。ジャパン・プレミアムは、1997 年後半から発生した。「1999 年に日本銀行がゼロ金利政策を行ったため、金融機関の資金確保にめどが立ち」、2000 年にはジャパン・プレミアムはほぼ消滅した。(長谷川 [2010]、16頁)
- 15 キャッシュフロー計算書(1999年適用)、税効果会計(1999年)、退職給付会計(2000年)、金融商品の時価会計(2000年および2001年)、固定資産の減損会計(2005年)、企業結合会計(2006年)、ストック・オプション会計(2006年)などの会計基準が新設された。
- 16 「会計ビッグバンではさらに、不正発見の強化、ゴーイング・コンサーン監査、リスクアプローチの徹底、監査人の実質的判断の強化を目的とした監査基準の改正、独立性の強化(監査関連業務と非監査証明業務の分離)、ローテンション・ルールの設定(担当公認会計士の定期的交代義務)、公認会計士・監査審査会の設置を目的とした公認会計士法の改正」が行われた。(角ヶ谷[2011]、49頁)
- 17 深見浩一郎[2012]、76頁。
- 18 関岡[2004]、98頁。
- 19 CESR[2005], para. 3.

- 20 短期プロジェクト項目とは、企業結合（持分プーリング法、交換日、負ののれん、少数株主持分、段階取得、外貨建ののれんの換算）、棚卸資産（後入先出法）、会計方針の統一（関連会社）、固定資産（減損）、無形資産（研究費・開発費）、工事契約、資産除去債務、退職給付（割引率その他）、金融商品（時価開示）、投資不動産である。（ASBJプロジェクト計画表、2006年12月6日）
- 21 企業会計審議会[2009]、3頁。
- 22 累積損失の5.2兆ドルは不良な融資残高と債券発行残高の合計金額であり、これらのすべてが信用毀損している。さらに、焦げ付いた5.2兆ドルのうち1兆5,000億ドル（160兆円）が諸外国の中央銀行や金融機関が保有していることが明らかになった。（副島隆彦[2008]、3～5頁、34～37頁）
- 23 副島[2008]、116頁。
- 24 副島[2008]、116頁。
- 25 副島[2008]、116頁。
- 26 日本経済新聞、2011年6月22日夕刊、3面。
- 27 田中[2010]、269頁。
- 28 企業会計審議会総会、2011年6月30日開催、資料4「我が国のIFRS対応に関する要望」。http://www.fsa.go.jp/singi/singi_kigyousiryou/soukai/20110630/07.pdf
- 29 同上書。
- 30 同上書。
- 31 企業会計審議会[2009]、13頁。
- 32 IASC[1988]、para. 6.（日本公認会計士協会訳、11頁）
ただし、2010年に改訂された概念フレームワークには、特別目的の報告書が概念フレームワークの対象外である、という文言が削除されている。
- 33 田中[2010]、23頁。
- 34 岩井・佐藤[2011]、138頁。田中[2010]、24頁。
- 35 田中[2010]、211頁。
- 36 田中[2010]、212頁。
- 37 関岡[2004]、91頁。
- 38 関岡[2004]、93頁。

《参考文献》

伊藤邦雄[2010]、『ゼミナール現代会計入門（第8版）』、日本経済新聞出版。
岩井克人・佐藤孝弘[2011]、『IFRSに異議あり』、日経プレミアムシリーズ。
企業会計審議会[2009]、「わが国における国際会計基準の扱いについて（中間報告）」、

6月。

角ヶ谷典幸[2011]、「日本の会計制度改革—会計ビッグバンと財務報告のコンバージェンス」、『会計』、第180 巻第3号、9月。

関岡英之[2004]、『拒否できない日本—アメリカの日本改造が進んでいる—』、文春新書。

副島隆彦[2008]、『恐慌前夜—アメリカと心中する日本経済』、祥伝社。

田中弘[2010]、『国際会計基準（IFRS）はどこへ行くのか—足踏みする米国・不協和音の欧州・先走る日本』、時事通信社。

橋本尚[2007]、『2009 年 国際会計基準の衝撃』、日本経済新聞社。

長谷川茂男[2010]、『国際会計がやって来る！IFRS アドプションのしくみ』、中央経済社。

深見浩一郎[2012]、『IFRS の会計—「国際会計基準」の潮流を読む—』、光文社。

古市峰子[2008]、「会計制度改革の成果と課題：この10年をふり返って」、『金融研究』、第27巻第3号、8月。

Committee of European Securities Regulators (CESR)[2005], "Technical Advice on Equivalence of Certain Third Country GAAP and on Description of Certain Third Countries Mechanisms of Enforcement of Financial Information", June.

International Accounting Standards Committee (IASC)[1988], "Conceptual Framework for the Preparation and Presentation of Financial Statements", July. (日本公認会計士協会訳[1988]、「財務諸表作成表示に関する枠組み」。)

芝田全弘

The trend involving the convergence of the accounting standards in Japan

Zenko SHIBATA

Department of Business Administration,
Faculty of Business Administration, Fukuyama Heisei University.

Abstract : Although the decision regarding the mandatory use of IFRS has not been made yet in Japan, I feel as if the mandatory use of IFRS is a fixed fact. The decision regarding the mandatory use of IFRS is postponed in Japan, because of the request that the Japanese industrial world is made regarding the application of IFRS in Japan. In this paper, it reviews the historical circumstances involving the convergence of accounting standards, and the request of the Japanese industrial world is considered.

Keywords : IFRS, The application of IFRS only to consolidated financial statements and not to non-consolidated financial statements, The advanced review of accounting standards for consolidated financial statements,

福山平成大学経営学部紀要
第9号(2013), 53頁-79頁

College Analysisによる物理シミュレーション 1 ー 質点系の運動・惑星シミュレーション ー

福 井 正 康

福山平成大学経営学部経営学科

概要: 我々は社会システム分析に用いられる様々な手法を統合化したプログラム College Analysisを作成し、その中でグラフィック機能を充実させてきた。このグラフィック機能を活用して、今後は大学教養課程の授業に利用できる物理シミュレーションのプログラムを作成して行きたいと思う。この論文では、質点系の運動とそれを応用した惑星シミュレーションのプログラムについて紹介する。質点系の運動では、簡易言語を用いて、床や天井、ひもやバネなど質点の運動する環境も含めて描画する。惑星シミュレーションでは、実サイズの星を様々な距離と角度から眺めることができる。

キーワード: College Analysis, 物理, シミュレーション, 力学, 質点系, 惑星, 運動方程式

URL: <http://www.heisei-u.ac.jp/ba/fukui/>

1. はじめに

我々はこれまで、社会システム分析ソフトウェアCollege Analysisにおいて、統計学、経営科学、意思決定手法などを中心にプログラムを作成し、グラフ出力、ピクチャビューア、3Dビューアなどのグラフィック出力ツールを整備してきた¹⁾⁻³⁾。これらのツールは種々の分析やシミュレーションにも利用されており、我々のプログラムの可能性を拓げるものとなった。その一つが物理シミュレーションであり、これは我々にとってぜひとも考えてみたい取り組みであった。今後我々は社会システム分野のプログラムに加えて、この物理シミュレーションをプログラム開発の1つの柱にしたいと考えている。そのプログラムをCollege Analysisの中に加えるべきか否か迷うところであるが、当面は「教育・科学

他」の分野に加え、独立させる方が好ましいならば、将来、単独のプログラムとすることも考える。

我々は準備として、微積分、微分方程式など、純粋な数学に関するプログラムを College Analysis の「数学」の分野で作成し⁴⁾、それを基に物理シミュレーションのプログラムの開発を進める。開発に当っては、決まった環境下でパラメータの値を変えるようなものではなく、簡易的な言語のようなものによって、シミュレーションを実行する環境から記述できるようにすることを考える。また、運動などは 2 次元に限定するのではなく、できるだけ現実の 3 次元で扱うようにする。

高等学校の物理シミュレーションには優れたプログラムがあり⁵⁾、同じレベルのものを作ってもあまり意味はない。我々はこれらを参考にしながら、もう少し難易度を進めて、理工系学生の大学教養課程でも使えるレベルのものを作りたい。さらに、また文系学生に対しても、理論の難しい部分を省けば楽しめるようにもしたい。今回のプログラムがこのような内容になっているかどうか、実際に授業を行ってみなければ分からないが、少なくとも今後の教材開発が重要であると思われる。また、半期分の授業に対応させるためには、分析の種類を増やして行く必要もある。特に、相対論や量子論の不思議な世界は、文系学生にも興味を持たれるだろう。我々は今後、ここで述べた考え方に従いプログラムを作成して行く。この論文のシリーズではこれらのプログラムについて順次紹介して行く予定である。

今回は、最初の課題として、質点系の運動を取り扱う。内容は一般的な制約条件の付いた運動と重力による惑星運動である。制約条件付きの運動は、様々な状況を演出できるように、シミュレーション言語のようなものを作成し、床の形状やひもやバネの描画など、環境も含めて描画できるようにした。また、惑星運動は、惑星の大きさが実寸で表示できるようにした。そのため、そのモードでは地球に視点を持ってくると、太陽と月の大きさがほぼ同じに見える。単純なプログラムの中にもいろいろな工夫を盛り込んでいるので、楽しんでもらえたら幸いである。

2. 質点系の運動

2.1. 束縛運動

我々はこの節で、束縛条件がある場合の質点の運動について議論する。直感的理解を深めるために、通常とは逆に具体的なところから始めて、一般的な理論へ話を進めて行くことにする。

法線ベクトルの関係式

最初に、ある曲面に束縛された質点の運動について考える際の、法線ベクトルとそれに

関する角度の関係を与える。その曲面を以下の関数で表わす。

$$z = f(x, y)$$

ここに m は運動する質点の質量、外力は z 軸下向きに mg の力が働くものとする。 x 軸方向に dx 進む際の z 方向の変化 dz_x 、及び y 方向に dy 進む際の z 方向の変化 dz_y は以下で与えられる。

$$dz_x = f_x dx \equiv \tan \theta_x dx$$

$$dz_y = f_y dy \equiv \tan \theta_y dy$$

ベクトル $\mathbf{ds}_x = (dx, 0, dz_x)$ と $\mathbf{ds}_y = (0, dy, dz_y)$ が作る平面の法線ベクトル $\mathbf{n}$ は、

$$\mathbf{n} \propto \mathbf{ds}_x \times \mathbf{ds}_y \propto (-\tan \theta_x, -\tan \theta_y, 1)$$

より、以下となる。

$$\mathbf{n} = \left(-\frac{\sin \theta_x \cos \theta_y}{d}, -\frac{\cos \theta_x \sin \theta_y}{d}, \frac{\cos \theta_x \cos \theta_y}{d} \right)$$

$$d = \sqrt{\cos^2 \theta_x + \cos^2 \theta_y + \cos^2 \theta_x \cos^2 \theta_y}$$

法線を含む鉛直面内で法線の傾き θ' は、以下のように与えられる。

$$\tan \theta' = \frac{\cos \theta_x \cos \theta_y}{\sqrt{\sin^2 \theta_x \cos^2 \theta_y + \cos^2 \theta_x \sin^2 \theta_y}} = \frac{1}{\sqrt{\tan^2 \theta_x + \tan^2 \theta_y}}$$

これから、平面の傾き θ は以下となる。

$$\tan \theta = \sqrt{\tan^2 \theta_x + \tan^2 \theta_y}$$

この関係を利用すると、

$$d = \frac{\cos \theta_x \cos \theta_y}{\cos \theta}$$

これより、法線ベクトルは以下のようにも書かれる。

$$\mathbf{n} = (-\tan \theta_x \cos \theta, -\tan \theta_y \cos \theta, \cos \theta)$$

法線ベクトルの x 軸の負の向きからの角度を φ とすると、これは以下のように表わされる。

$$\cos \varphi = \frac{\sin \theta_x \cos \theta_y}{\sqrt{\sin^2 \theta_x \cos^2 \theta_y + \cos^2 \theta_x \sin^2 \theta_y}} = \frac{\tan \theta_x}{\tan \theta}$$

$$\sin \varphi = \frac{\cos \theta_x \sin \theta_y}{\sqrt{\sin^2 \theta_x \cos^2 \theta_y + \cos^2 \theta_x \sin^2 \theta_y}} = \frac{\tan \theta_y}{\tan \theta}$$

この角には、以下の関係もある。

$$\tan \theta_x \cos \varphi + \tan \theta_y \sin \varphi = \tan \theta$$

$$\tan \theta_y \cos \varphi - \tan \theta_x \sin \varphi = 0$$

もう少しベクトルの関係式を与えておく。ある単位ベクトルを、 $\mathbf{n}_1 = (\sin \theta \cos \varphi, \sin \theta \sin \varphi, \cos \theta)$ とすると、このベクトルに直交し、互いに直交する2つの単位ベクトル $\mathbf{n}_2$ 、

$\mathbf{n}_3$ は、以下のように与えることができる。

$$\mathbf{n}_2 = (-\sin \varphi, \cos \varphi, 0)$$

$$\mathbf{n}_3 = (-\cos \theta \cos \varphi, -\cos \theta \sin \varphi, \sin \theta)$$

またこれに対して、任意の角度 α について、以下も直交系をなす。

$$\mathbf{n}_1 = (\sin \theta \cos \varphi, \sin \theta \sin \varphi, \cos \theta)$$

$$\mathbf{n}'_2 = (-\sin \varphi \cos \alpha - \cos \theta \cos \varphi \sin \alpha, \cos \varphi \cos \alpha - \cos \theta \sin \varphi \sin \alpha, \sin \theta \sin \alpha)$$

$$\mathbf{n}'_3 = (\sin \varphi \sin \alpha - \cos \theta \cos \varphi \cos \alpha, -\cos \varphi \sin \alpha - \cos \theta \sin \varphi \cos \alpha, \sin \theta \cos \alpha) \quad (1)$$

これらの関係はプログラムで利用される。

床束縛問題

さて、床束縛問題をLagrangeの未定乗数法で考えてみる。ポテンシャルを mgz 、束縛面を $z=f(x,y)$ とすると、Lagrangianは以下となる。

$$L = \frac{m}{2}(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2) - mgz + \lambda(z - f(x, y))$$

ここに λ は未定乗数である。運動方程式は以下となる。

$$m \frac{dv_x}{dt} + \lambda f_x = 0$$

$$m \frac{dv_y}{dt} + \lambda f_y = 0$$

$$m \frac{dv_z}{dt} + mg - \lambda = 0$$

$$z - f(x, y) = 0$$

束縛条件を z 方向の運動方程式に代入すると、

$$\begin{aligned} v_z &= f_x v_x + f_y v_y \\ \frac{dv_z}{dt} &= f_x \frac{dv_x}{dt} + f_y \frac{dv_y}{dt} + f_{xx} v_x^2 + 2f_{xy} v_x v_y + f_{yy} v_y^2 \end{aligned}$$

より、

$$\lambda = m \left(f_x \frac{dv_x}{dt} + f_y \frac{dv_y}{dt} + f_{xx} v_x^2 + 2f_{xy} v_x v_y + f_{yy} v_y^2 + g \right)$$

これに x, y 方向の運動方程式を代入すると

$$\lambda = mg - (f_x^2 + f_y^2) \lambda + m(f_{xx} v_x^2 + 2f_{xy} v_x v_y + f_{yy} v_y^2)$$

より、以下となる。

$$\lambda = m \frac{g + (f_{xx} v_x^2 + 2f_{xy} v_x v_y + f_{yy} v_y^2)}{1 + f_x^2 + f_y^2}$$

以前の記号を利用すると、 $f_x = \tan \theta_x$, $f_y = \tan \theta_y$ より、

$$\lambda = m[g + (f_{xx} v_x^2 + 2f_{xy} v_x v_y + f_{yy} v_y^2)] \cos^2 \theta$$

これを $\lambda \equiv T \cos \theta$ と定義すると、運動方程式は以下となる。

$$m \frac{dv_x}{dt} = -T \cos \theta \tan \theta_x = -T \sin \theta \cos \varphi$$

$$m \frac{dv_y}{dt} = -T \cos \theta \tan \theta_y = -T \sin \theta \sin \varphi$$

$$m \frac{dv_z}{dt} = -mg + T \cos \theta$$

$$T = m[g + (f_{xx}v_x^2 + 2f_{xy}v_xv_y + f_{yy}v_y^2)] \cos \theta$$

ここで、 T は床からの抗力に相当する。これより、束縛条件は床面鉛直方向で、重力と遠心力につり合いを持たせる力を生じさせることを意味していることが分かる。

抗力 T を使って、摩擦のある場合の運動方程式は、摩擦係数を μ として以下で与えられる。

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -T \sin \theta \cos \varphi - \mu T \frac{v_x}{v}$$

$$m \frac{d^2y}{dt^2} = -T \sin \theta \sin \varphi - \mu T \frac{v_y}{v}$$

$$m \frac{d^2z}{dt^2} = -mg + T \cos \theta - \mu T \frac{v_z}{v}$$

但し、 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$ 、 $v_z = \tan \theta_x v_x + \tan \theta_y v_y$ である。

次に質点の反発について考える。床面の法線ベクトルは以下のようにあたえられるので、

$$\mathbf{n} = (-\tan \theta_x \cos \theta, -\tan \theta_y \cos \theta, \cos \theta)$$

これに直交するベクトルで、同一鉛直面内のものを $\mathbf{n}_1$ 、法線ベクトルとこのベクトルに垂直のものを $\mathbf{n}_2$ とすると、以下のように表わされる。

$$\mathbf{n}_1 = \left(-\tan \theta_x \frac{\cos^2 \theta}{\sin \theta}, -\tan \theta_y \frac{\cos^2 \theta}{\sin \theta}, -\sin \theta \right)$$

$$\mathbf{n}_2 = \left(-\tan \theta_y \frac{\cos \theta}{\sin \theta}, \tan \theta_x \frac{\cos \theta}{\sin \theta}, 0 \right)$$

入射する質点の速度を $\mathbf{v}$ 、反発係数を e とすると、反発後の速度 $\mathbf{v}'$ は以下で与えられる。

$$\mathbf{v}' = -e(\mathbf{v} \cdot \mathbf{n})\mathbf{n} + (\mathbf{v} \cdot \mathbf{n}_1)\mathbf{n}_1 + (\mathbf{v} \cdot \mathbf{n}_2)\mathbf{n}_2$$

質点の束縛問題

1 質点の束縛問題をさらに一般化する。ポテンシャルを $g(x, y, z)$ 、束縛条件を $f(x, y, z)=0$ とするとLagrangianは以下となる。

$$L = \frac{m}{2}(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2) - g(x, y, z) + \lambda f(x, y, z)$$

これを用いると運動方程式は以下となる。

$$m \frac{dv_x}{dt} + g_x - \lambda f_x = 0$$

$$m \frac{dv_y}{dt} + g_y - \lambda f_y = 0$$

$$m \frac{dv_z}{dt} + g_z - \lambda f_z = 0$$

$$f(x, y, z) = 0$$

束縛条件から

$$f_x v_x + f_y v_y + f_z v_z = 0$$

$$f_x \frac{dv_x}{dt} + f_y \frac{dv_y}{dt} + f_z \frac{dv_z}{dt} + f_{xx} v_x^2 + f_{yy} v_y^2 + f_{zz} v_z^2 + 2f_{xy} v_x v_y + 2f_{yz} v_y v_z + 2f_{zx} v_z v_x = 0$$

これに3つの方程式を代入して、 λ について求めると以下ようになる。

$$\lambda = \frac{(f_x g_x + f_y g_y + f_z g_z) - m(f_{xx} v_x^2 + f_{yy} v_y^2 + f_{zz} v_z^2 + 2f_{xy} v_x v_y + 2f_{yz} v_y v_z + 2f_{zx} v_z v_x)}{f_x^2 + f_y^2 + f_z^2}$$

これを用いて運動方程式を解くことができる。

質点系の束縛問題

最後に複数の質点系で複数の束縛条件のある問題について考える。この質点系のLagrangianは以下で与えられる。

$$L = \sum_{i=1}^N \left[\frac{m_i}{2} v_i^2 - g(\mathbf{r}_i) \right] + \sum_{k=1}^p \lambda_k f_k(\mathbf{r})$$

運動方程式は $3N$ 個で、以下となる。下は質量で割った式である。

$$m_i \frac{dv_i}{dt} + \frac{\partial g}{\partial \mathbf{x}_i} - \sum_{k=1}^p \lambda_k \frac{\partial f_k}{\partial \mathbf{x}_i} = 0$$

$$\frac{dv_i}{dt} + \frac{1}{m_i} \frac{\partial g}{\partial \mathbf{x}_i} - \sum_{k=1}^p \frac{\lambda_k}{m_i} \frac{\partial f_k}{\partial \mathbf{x}_i} = 0$$

束縛条件から、 p 個の式を得る。

$$\sum_{i=0}^N \frac{\partial f_k}{\partial \mathbf{x}_i} v_i = 0$$

これをもう一度時間微分して、

$$\sum_{i=0}^N \frac{\partial f_k}{\partial \mathbf{x}_i} \frac{dv_i}{dt} + \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \frac{\partial f_k}{\partial \mathbf{x}_i \partial \mathbf{x}_j} v_i v_j = 0$$

この式に運動方程式を代入すると、

$$\sum_{i=0}^N \frac{\partial f_k}{\partial \mathbf{x}_i} \frac{1}{m_i} \left(-\frac{\partial g}{\partial \mathbf{x}_i} + \sum_{l=1}^p \lambda_l \frac{\partial f_l}{\partial \mathbf{x}_i} \right) + \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \frac{\partial f_k}{\partial \mathbf{x}_i \partial \mathbf{x}_j} v_i v_j = 0$$

最終的に未定乗数 λ_l を与える以下の方程式が得られる。

$$\sum_{l=1}^p \left(\sum_{i=0}^N \frac{1}{m_i} \frac{\partial f_k}{\partial \mathbf{x}_i} \frac{\partial f_l}{\partial \mathbf{x}_i} \right) \lambda_l - \sum_{i=0}^N \frac{1}{m_i} \frac{\partial f_k}{\partial \mathbf{x}_i} \frac{\partial g}{\partial \mathbf{x}_i} + \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \frac{\partial f_k}{\partial \mathbf{x}_i \partial \mathbf{x}_j} v_i v_j = 0$$

これは、

$$a_{kl} = \sum_{i=0}^N \frac{1}{m_i} \frac{\partial f_k}{\partial \mathbf{x}_i} \frac{\partial f_l}{\partial \mathbf{x}_i}, \quad b_k = \sum_{i=0}^N \frac{1}{m_i} \frac{\partial f_k}{\partial \mathbf{x}_i} \frac{\partial g}{\partial \mathbf{x}_i} - \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \frac{\partial f_k}{\partial \mathbf{x}_i \partial \mathbf{x}_j} v_i v_j$$

と定義すると、次の連立1次方程式であり、

$$\sum_{l=1}^p a_{kl} \lambda_l = b_k$$

未定乗数 λ_1 が求められる。これを用いて運動方程式を解くことができる。

2.2 プログラムの動作

メニュー「分析－教育・科学他－物理シミュレーション－質点系の運動」を選択すると、図2.1のような実行メニューが表示される。

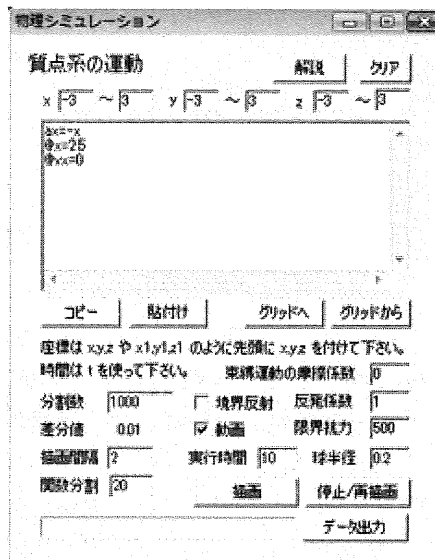


図2.1 実行メニュー

プログラムを実行するには、まず、最上部の「x」「y」「z」となっている描画範囲を指定する。その下の大きなテキストボックスに描画コマンドを記述する。プログラムの概要とコマンドの書き方などについては、「解説」ボタンをクリックすると図2.2のように表示される。

ここでは、最初に解説画面を元にコマンドの記述法とその利用法を解説し、その後、例を元に具体的に実行メニュー中の設定について説明する。

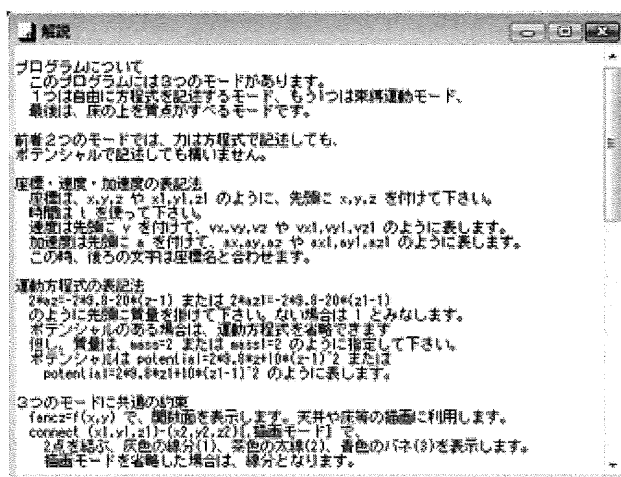


図2.2 解説画面

このプログラムには大きく分けて3つのモードがある。1つは束縛のないモード（通常モードと呼ぶ）、もう1つは束縛運動モード（束縛モードと呼ぶ）、最後は床の上を質点が滑るモード（床上モードと呼ぶ）である。床上モードは、束縛モードのひとつであるが、このプログラムでは、質点のジャンプやバウンドを考えているので、特別に分けている。通常モードと束縛モードには、質点に働く力をそのまま運動方程式に記述する場合とポテンシャルで記述する場合の2種類がある。一般に複数の質点を考えるが、床上モードでは、特別に、質点は1つ、力の方向はz軸下向きと規定している。

コマンド入力について、最初に、座標、速度、加速度の表記法を示す。まず時間は必ずtを使う。座標は、x, y, zやx1, y1, z1のように、先頭にx, y, zを付ける。速度は先頭にv、続けて座標の名前を付けて、vx, vy, vzやvx1, vy1, vz1のように表す。加速度は先頭にa、続けて座標の名前を付けて、ax, ay, azやax1, ay1, az1のように表す。

運動方程式は（ポテンシャルを記入しない場合）、以下のように記述する。

$$2*az=-2*9.8-20*(z-1)$$

これは重力場中のばね運動を表している。左辺は質量×加速度で、先頭に質量（この場合2）を付けて記述する。質量の記述がない場合は1とみなす。方程式は3次元すべて記入する必要はない。

同じ問題をポテンシャルで記述すると以下となる。

$$\begin{aligned} \text{potential} &= 2*9.8*z + 10*(z-1)^2 \\ \text{mass} &= 2 \end{aligned}$$

ポテンシャルで記述する場合、方程式を入力する必要はないが、質量が分離できないので、必ず質量を指定する。指定の方法は質点の座標が(x, y, z)の場合mass=1、(x1, y1, z1)の場合mass1=1などとする。

直接的な運動の記述以外の、描画に関するコマンドを紹介する。これらのコマンドは3つのモードで共通に使える。

実行結果に天井や床などを加えたい場合は、以下のように指定する。

```
funcz=f(x, y)
```

このコマンドで、 $z=f(x, y)$ で表わされる関数面を表示する。但し、 z 方向に極端に傾いた部分は表示できない。

実行結果に糸やバネを加えたい場合は、以下のように指定する。

```
connect (x1, y1, z1)-(x2, y2, z2) [, 描画モード]
```

描画モード 1:線分, 2:太い線分, 3:バネ

このコマンドにより、描画に座標 $(x1, y1, z1)$ と $(x2, y2, z2)$ とを結び、線分（灰色）、太い線分（茶色）、バネ（青）を追加する。どれを描画するかは描画モードの数字によって使い分ける。描画モードを指定しない場合は線分となる。

運動方程式には初期条件が必要である。初期条件は以下のように、先頭に@を付けて指定する。但し、方程式にない変数については指定しない（これらの変数については常に0の値を取る）。

```
@x1=0
```

```
@vx1=1
```

defineコマンドで、運動方程式やポテンシャルなどの複雑な式を以下のように分けて表示することができる。

```
define s=(x1^2+y1^2+(z1-3)^2)^0.5
```

```
potential=2*9.8*z1+10*(s-2)^2
```

床上モードでは、質点への重力加速度は z 方向に働き、床面は以下のように指定する。

```
floorz=f(x, y)
```

重力加速度は以下のように指定する。

```
gravz=g(x, y, z)
```

運動方程式は入力せず、初期値のみ入力する。変数名には必ず x, y, z を使う。床上モードで扱える質点は1個である。

以後、例を見ながら説明をする。実行はテキストボックスにコマンドを打ち込むか、グリッドにあるデータを「グリッドから」ボタンで読み込んで、「描画」ボタンをクリックする。運動を一時停止する場合や、再度運動を開始する場合は、「停止/再描画」ボタンをクリックする。また、質点の軌道を表示させる場合は、実行中（一時停止中）に「動画」チェックボックスのチェックを外し、「停止/再描画」ボタンをクリックする。質点の軌道の数値データを出力したい場合は、「データ出力」ボタンをクリックする。時間、質点の位置、質点の速度、未定乗数（床上モードの場合は抗力）の値が表データで出力さ

れる。

例 1 楕円運動

```
# 楕円運動
connect (0, 0, 0)-(x1, y1, z1)
ax1=-2*x1/(x1^2+y1^2)^1.5
ay1=-2*y1/(x1^2+y1^2)^1.5
@x1=3
@y1=0
@vx1=0
@vy1=0.5
```

これは原点からの距離の逆 2 乗則による楕円軌道を表している。誌面の都合上 2 列で書いているが、パソコンでは 1 列で入力する。力の方向を明らかにするために、原点と質点を線で結んである。行の先頭に#を付けるとコメント行になる。図 2. 3a に実行例を示す。また、図 2. 3b に「動画」チェックボックスのチェックを外して描いた軌道を示す。

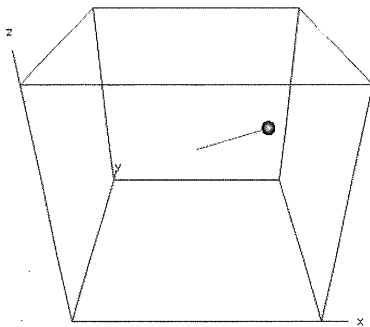


図2. 3a 質点の楕円運動

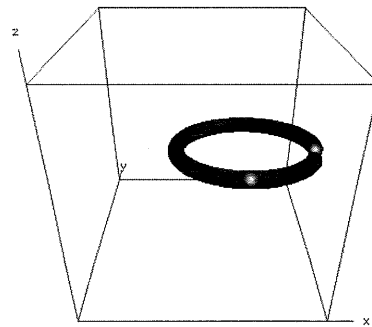


図2. 3b 質点の楕円運動の軌道 1

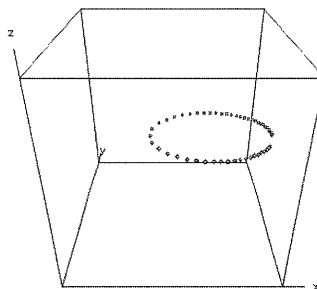


図2. 3c 質点の楕円運動の軌道 2

質点の大きさは、「球半径」テキストボックスで指定する。上の図はデフォルトの 0.2 である。軌道表示などでは小さく設定した方が見易い。また、描画のスピードは「描画間隔」テキストボックスで、計算結果をいくつおきに表示するかで決まる。これはまた軌道表示へも影響する。図 2. 3c に「球半径」を 0.1 に、描画間隔を 20 に設定した例を示す。

例 2 単振子

```

funcz=3
connect (0, 0, 3)-(x1, 0, z1)
ax1=-(9.8*(3-z1)+(vx1^2+ vz1^2))*x1/25
az1=-(9.8*x1^2-(3-z1)*(vx1^2+vz1^2))/25
@x1=5*sin(pi/4)
@vx1=0
@z1=3-5*cos(pi/4)
@vz1=0

```

これはx-z面での糸の長さ5の単振子を表している。運動方程式には、円運動をするための糸の張力を加えてある。描画には、天井 $z=3$ と糸（運動している場合のみ）を追加している。図2. 4aに実行結果、図2. 4bに軌道を表示する。

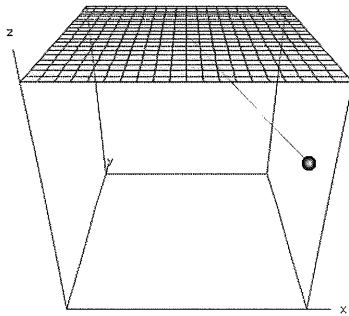


図2. 4a 単振子

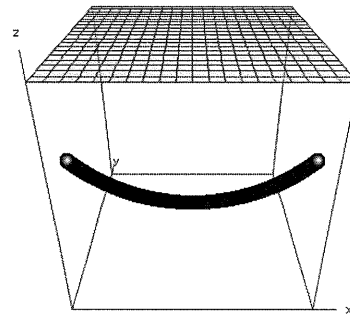


図2. 4b 単振子の軌道

この運動は以下のように束縛運動としても記述できる。

```

funcz=3
connect (0, 0, 3)-(x1, y1, z1)
bind x1^2+y1^2+(3-z1)^2-25=0
ax1=0
ay1=0
az1=-9.8
@x1=5*sin(pi/4)
@y1=0
@vy1=0
@z1=3-5*cos(pi/4)
@vz1=0

```

bindの式が束縛条件を表している。方程式の解法はLagrangeの未定乗数法を利用している。このようにした場合、y方向の運動にも対応可能である。図2. 4cにy方向の速度の初期値を2に書き換えた場合（@vy1=2）のz方向から見た軌道を示しておく。

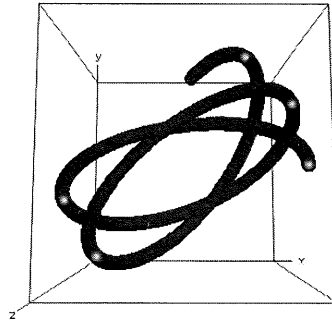


図2. 4c 上から見た3次元の単振子の軌道

Lagrangeの未定乗数法を利用する場合、初期条件の与え方に注意する必要がある。束縛条件を破る形で与えた場合、束縛条件は全く意味をなさなくなる。何故なら、未定乗数法の場合、例えば距離一定の束縛条件は、距離方向の力を打ち消すように働き、その方向に初速度がある場合、決してそれはなくなならないからである。試しにz方向に $@vz1=0.3$ で初速度を与えた場合、糸の長さは短くなって行き、計算は破たんする。この状況を図2. 4dに示す。

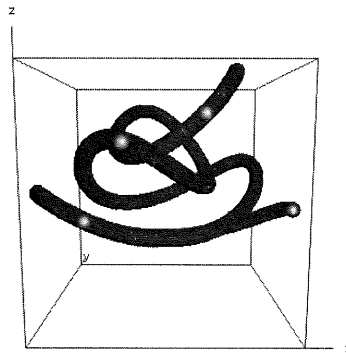


図2. 4d 束縛条件を破る方向に初速度を与えた場合の計算結果

例3 2連振子

```
funcz=3
connect (0, 0, 3)-(x1, y1, z1)
connect (x1, y1, z1)-(x2, y2, z2)
bind x1^2+y1^2+(3-z1)^2-9=0
bind (x1-x2)^2+(y1-y2)^2+(z1-z2)^2-4=0
ax1=0
ay1=0
az1=-9.8
2*ax2=0
2*ay2=0
2*az2=-19.6
@x1=3*sin(pi/6)
@vx1=0
@y1=0
@vy1=0
@z1=3-3*cos(pi/6)
@vz1=0
@x2=5*sin(pi/6)
@vx2=0
@y2=0
@vy2=2
@z2=3-5*cos(pi/6)
@vz2=0
```

これは、2連振子にLagrangeの未定乗数法を適用した例である。振動にはy軸方向も加えてある。図2.5aに実行結果、図2.5bに質点の軌道を示す。

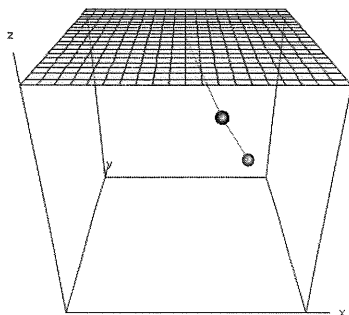


図2.5a 2連振子

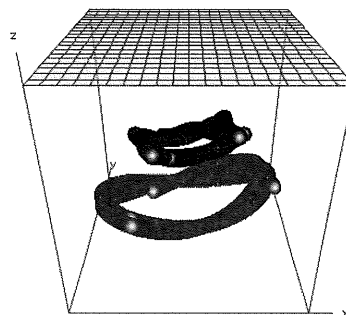


図2.5b 2連振子の軌道

例4 バネ振子

```
#funcz=3
define s1=(x^2+y^2+(3-z)^2)^0.5
connect (0,0,3)-(x,y,z),3
potential= 9.8*z+4*(s1-2)^2
mass=1
@x=2*sin(pi/4)
```

```
@vx=0
@y=0
@vy=1
@z=3-2*cos(pi/4)
@vz=0
```

これはバネ振子の場合の例である。バネ振子には束縛条件は付かない。すべてポテンシャルで記述する。ここではポテンシャルを記述する場合、バネの長さをs1と定義して利用している。たくさんのバネなどが繋がっている場合、ポテンシャルの記述が長くなるので、簡単な文字列で定義しておくのと分かり易い。connect命令でバネを使用しているが、バネの描画には前に示した(1)式を $\alpha=\varphi$ として利用している。図2.6aに実行結果、図2.6bに質点の軌道を示す。

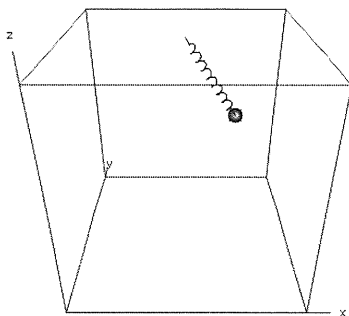


図2.6a バネ振子

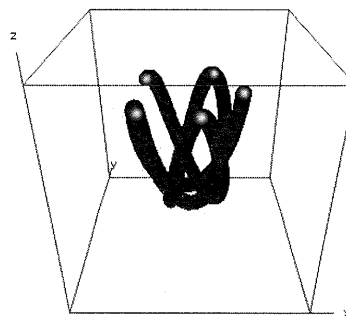


図2.6b バネ振子の軌道

例 5 床上運動

```

floorz=-1.5*(sin(x+2)+cos(y))
funcz=-1.5*(sin(x+2)+cos(y))-0.5
gravz=-9.8
@x=0
@vx=0
@y=0.5
@vy=0
@z=3
@vz=0

```

これは、 $\text{floorz}=-1.5*(\sin(x+2)+\cos(y))$ で与えられた面への質点の自由落下（または面上での滑り運動）を表している。その際、反発係数と、面上での滑り運動を起こす際の摩擦係数とを実行メニューで設定する。重力加速度は $\text{gravz}=-9.8$ で与えられ、下向き9.8である。反発係数0.7、摩擦係数0.2とした場合の結果を図2.7a、質点の軌道を図2.7bに示す。

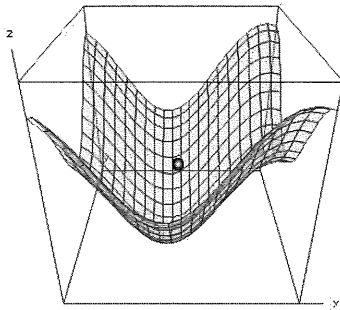


図2.7a 床上運動

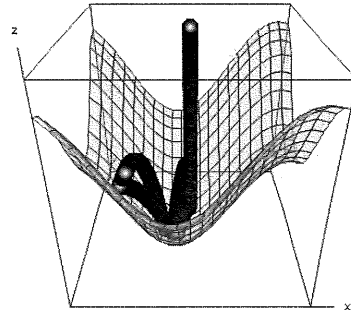


図2.7b 床上運動の軌道

この問題では、床からの抗力を計算し、抗力が負になった時点で自由落下に切り替える、自由落下の際、床と垂直の方向の速さが小さくなった場合は滑り運動に切り替える、床と垂直の方向の速さが大きい場合は反発係数に応じた反射をするなどの条件を加えて、できるだけ、実際の運動に近づけたシミュレーションである。ただ、多少の計算誤差も含まれており、反発係数を1（0.99程度で1に相当）にすると少し反発が強いようである。

例 6 バネ振子の組み合わせ

```

define l1=((x1+3)^2+y1^2+(z1-3)^2)^0.5
define l2=((x2-x1)^2+(y2-y1)^2+(z2-z1)^2)^0.5
define l3=((3-x2)^2+y2^2+(3-z2)^2)^0.5
define l4=((x3-x1)^2+(y3-y1)^2+(z3-z1)^2)^0.5
define l5=((x4-x2)^2+(y4-y2)^2+(z4-z2)^2)^0.5
connect (-3,0,3)-(x1,y1,z1),3
connect (x1,y1,z1)-(x2,y2,z2),2
connect (x2,y2,z2)-(3,0,3),3
connect (x1,y1,z1)-(x3,y3,z3),3
connect (x2,y2,z2)-(x4,y4,z4),3
potential=9.8*z1+9.8*z2+9.8*z3+9.8*z4+32*(l1-2)^2+32*(l3-2)^2+16*(l4-1)^2+16*(l5-1)^2
bind l2-2=0

```

mass1=1	@x2=1	@z3=2
mass2=1	@vx2=0	@vz3=0
mass3=1	@y2=0	@x4=1
mass4=1	@vy2=0	@vx4=0
@x1=-1	@z2=3	@y4=0
@vx1=1	@vz2=0	@vy4=-1
@y1=0	@x3=-1	@z4=2
@vy1=0	@vx3=1	@vz4=0
@z1=3	@y3=0	
@vz1=0	@vy3=1	

これはバネ振子を組み合わせた質点系の例である。結果を図2.8a、あまり意味がないが、質点の軌道を図2.8bに示す。上の2つの質点の間の線は、堅い棒を表している。これは

`connect (x1, y1, z1)-(x2, y2, z2), 2`

で描かれている。この棒は束縛条件で、Lagrangeの未定乗数法により表現できるが、バネ定数を大きくして（実際の計算上、他のものの数百倍程度が限界、それ以上はエラーの原因となる）ポテンシャル問題として表してもよい。後者の方が計算時間は幾分短い。

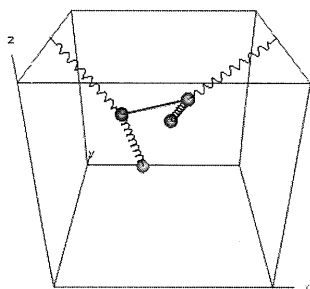


図2.8a バネ振子の組み合わせ

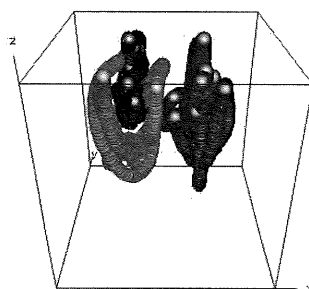


図2.8b バネ振子の組み合わせの軌道

最後に実行メニューのまだ説明をしていない機能について述べる。「分割数」テキストボックスと「実行時間」テキストボックスの関係であるが、運動の速さにもよるが、「差分値」の値が0.01以下になるように選ぶことが望ましい。束縛運動では計算時間が長くなるため、注意する必要がある。描画は0.02秒に1回で設定しているので、「描画間隔」が1の場合、差分値の値が0.02で描画時間が実時間になるはずであるが、描画スピードが追い付けない場合は時間が長くなる。

「関数分割」テキストボックスは、天井や床を描画する関数の分割数を表す。ある座標軸について、関数の描画要素の長さは、描画範囲÷関数分割数である。「境界反射」チェックボックスは、質点が描画範囲の境界で反射されるかどうかを表す。反射は、境界の垂

直成分について反発係数1としている。その他の成分について速度変化はない。「限界抗力」テキストボックスについては、床上運動の場合に対応できる抗力の上限を与えている。抗力が大きすぎると計算誤差が生じるので、抗力が「限界抗力」を超えると計算を停止させている。

3. 惑星シミュレーション

この章では常微分方程式の数値解法の例として、惑星シミュレーションを取り上げる。メニュー「数学－常微分方程式」のところで扱った2階の一般的な常微分方程式では、式の形が決まっていないため、記述された方程式を文字列として処理し計算する必要があり、計算の高速化は望めなかったが、モデルが定まっている場合は、予めプログラム中に数式が組み込めるので、実行速度は格段に速くなる。

我々が扱う問題は、 n 個の星を考えて、以下で与えられる。

$$\frac{d^2 \mathbf{r}_i}{dt^2} = - \sum_{j \neq i} G m_j \frac{\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j}{|\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j|^3} \quad (i = 1, \dots, n)$$

ここに、 m_i は i 番目の星の質量である。

我々は利用者のイメージを考えて、太陽と地球の平均距離（1天文単位）を1、地球の速さを1とする単位系を採用する。そのため太陽の質量を M とすると、 $v^2/r = GM/r^2$ より、 $GM=1$ となり、方程式は以下のように書き換えられる。

$$\frac{d^2 \mathbf{r}_i}{dt^2} = - \sum_{j \neq i} \frac{m_j}{M} \frac{\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j}{|\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j|^3}$$

質量は比として表れるので、自由度が残るが、分かり易いように、地球質量を1とする。この単位系では地球の1年は 2π で表される。しかし、利用者には分かりにくいので、シミュレーション内ではこれを改めて1年と計算し直している。

この式にRunge-Kutta法⁴⁾を適用して数値解を求めるが、そのために以下のような連立1階常微分方程式に変形する。

$$\frac{d\mathbf{r}_i}{dt} = \mathbf{v}_i$$

$$\frac{d\mathbf{v}_i}{dt} = - \sum_{j \neq i} \frac{m_j}{M} \frac{\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j}{|\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j|^3}$$

この方程式の変数 $(\mathbf{r}_i, \mathbf{v}_i)$ に $t=0$ での初期条件を付けて、計算を実行する。

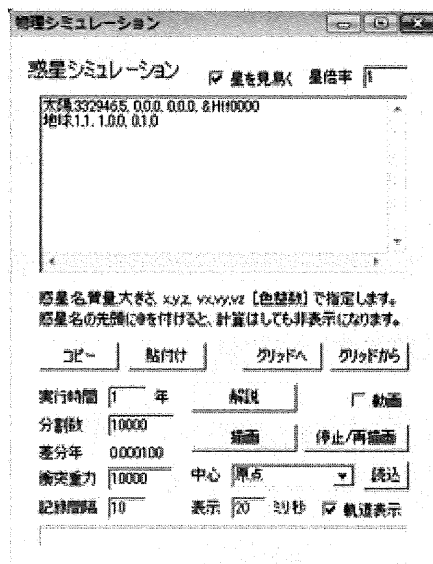


図3.1 実行メニュー

メニュー [分析—教育・科学—物理シミュレーション—惑星シミュレーション] を選択すると、図3.1のような実行メニューが表示される。

実行メニューには、「星を見易く」表示するモードと実サイズで表示するモードがある。メニュー右上の「星を見易く」チェックボックスをチェックすると、星の大きさの単位が太陽と地球の平均距離である天文単位となり、星の半径は0.02天文単位×指定された星の大きさとなる。太陽の大きさを5と設定した場合、描画される半径は0.1天文単位であり、実際の大きさの20倍ほどになっている。地球の場合、データで大きさ1を指定したならば、実際の大きさの約400倍で描かれることになる。これ程の大きさを描かないと、球体の周りを球体が回っているようには見えない。これでもまだサイズが小さい場合は、右上の「星倍率」テキストボックスの数値を適当に大きくする。

星を実サイズで表示するモードは、「星を見易く」のチェックボックスのチェックを外して設定する。このモードでは、星の大きさは地球の大きさの倍数で指定する。例えば木星軌道から眺めると、太陽はかすかな点として表示されるが、惑星は全く見えない。拡大しても動きがある星は非常に捉えにくい。しかし後に示すように、殆ど見えにくい太陽の公転運動や日食など、面白い結果も示すことができる。星を見易く表示するモードと同様、「星倍率」テキストボックスで、見易い大きさまで拡大することもできる。

データは、上部のデータ入力用のテキストボックスに記述する。記述方法は、その下にあるように、「惑星 (恒星) 名, 質量, 大きさ (半径), x, y, z, vx, vy, vz [, 色整数]」の順番にカンマ区切りで入力する。ここに、質量は地球質量の倍数、大きさは先に述べたように、星の見易いモードか否かによって基準が異なるが、基準値の倍数で指

定する。x, y, zは初期座標値、vx, vy, vzは初期速度を表す。色整数は特に指定する必要はないが、色を表す10進整数または&Hを付けて16進表示で指定する。例えば青色は&H0000ff、緑色は&H00ff00、赤色は&Hff0000で表わされる。惑星（恒星）データの単位系や星の大きさの記述方法、シミュレーションの設定については、「解説」ボタンをクリックすると説明が表示される。図3.2にその画面を示す。

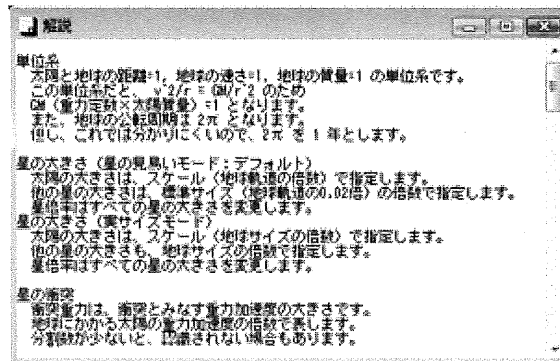


図3.2 解説画面

「実行年」テキストボックスはシミュレーションの実行年数（小数も可）を記入する。「分割数」テキストボックスは、実行年をいくつに分けてシミュレーションするかを表す。実行年÷分割数は時間の「差分年」 Δt であり、この値が大きいとシミュレーションの精度が悪くなる。但し、重力加速度の大きさにもよるので、一定の基準はない。少なくとも惑星の周期を T 年として、 $\Delta t < T/1000$ （太陽と地球の場合は $T=1$ 年）とする必要がありそうである。このように考えると、公転半径を r 、中心の星の質量を m として、周期が $2\pi\sqrt{r^3/Gm}$ であるから、 $\Delta t \propto \sqrt{r^3/m}$ と考えても良いであろう。パソコン画面上できれいな絵を描くには、描画間隔（計算間隔とは異なる）として経験上1/50周期以下が良いようである。

シミュレーションを実行すると星同士の強い反発現象が見られることがある。これは強い重力で引き寄せられた星が加速し、1つの差分時間で相手の星をまたぎ越してしまうことに起因すると思われる。この現象の対処には強い重力加速度の状況では差分値を小さくする方法が考えられるが、このプログラムには導入されていない。通常強い重力下では星は衝突すると考えられるので、「衝突重力」テキストボックスに限界と考えられる値を入れておき、それよりも重力加速度が強い場合、星は衝突したものと判定する。強さの単位は、太陽が地球に及ぼしている重力加速度の倍数で指定する。デフォルトは10000（ほぼ太陽半径×2の距離での太陽重力）となっているが、実はこれが妥当かどうか分らない。また、時間差分の値によってはこの範囲をまたぎ越してしまうことも起こるので、注意が必要である。

シミュレーションの時間差分間隔でグラフィックデータを作成した場合、データ数が多すぎて、マウスで図を動かすことが困難になる。我々のプログラムで、現在の一般的なパソコン環境では、描画要素 1 万以下に抑えるのが望ましい。そのため計算したデータの中から、一定の間隔で選んでデータを記録し、グラフィック表示させるようにしている。

「記録間隔」テキストボックスは、元データの中からどれだけの間隔で記録させるのかを与える。デフォルトの 10 の場合は、10 個間隔で記録し、表示するという意味である。

「表示」テキストボックスにはグラフィックを何ミリ秒に 1 回表示するのかを記入する。グラフィック表示が追いつかない場合は、この通りにはならず、描画が遅れて行く。デフォルトの 20 ミリ秒は、College Analysis で他の描画にも採用しているスピードである。星をゆっくり表示させる方がよければ大きな値にする。最後に「軌道描画」チェックボックスは、星の動画で星の軌道を表示するか否かを決める。星の軌道を描くと、時間経過とともに描画要素数が多くなり、描画スピードが落ちて行く。その欠点をなくすために、軌道を描かないモードも設けた。このモードでは描画スピードが落ちることはない。実際の星のスピード（もちろん、時間的な縮尺は含まれるが）も再現している。

データはメニュー画面上部の大きなテキストボックスに、「惑星（恒星）名、質量、大きさ、x, y, z, vx, vy, vz [, 色整数]」の順番にカンマ区切りで記入するが、「コピー」（範囲を選択して実行）や「貼付け」で、他のソフトとのデータの受け渡しができる。また、「グリッドへ」と「グリッドから」ボタンで、データをグリッドデータへ移して、何ページかまとめて保存することもできる。データの行の先頭に「#」を付けるとコメント行、「@」を付けると計算には使用するが、表示しないデータとなる。用途に応じて使ってもらいたい。「停止/再描画」ボタンはシミュレーション実行後、上で述べた「@」を付けて再表示させる場合や、一時停止や再実行する場合などに利用する。

以下、データの例を挙げながらグラフィック出力結果を紹介する。断らない限り「星を見易く」のモードで表わす。分割数、実行時間は、見出しの右に括弧付きで示す。

例 1 太陽と地球（分割数 10000, 実行時間 1）

太陽, 332946, 5, 0, 0, 0, 0, 0, 0, &Hff0000

地球, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0

これは地球が太陽の周りを回転するモデルである。我々の単位系で、地球の質量は 1、位置の初期値は x 軸上として (1, 0, 0)、速度の初期値は (0, 1, 0) である。地球の半径は、実サイズモードでは 1（地球の大きさの基準値）、星が見易いモードでは適当な数値にする。ここでは見易いモードで地球のサイズ 1（0.02 天文単位に相当）、太陽のサイズ 5 に設定している。図 3.3 に「動画」チェックボックスを外した場合と付けた場合の、「描画」ボタンで表示される画面の例を示す。動画には軌道を描画するモードと描画しないモ

ードがある。動画は「停止/再描画」ボタンをクリックすると停止する。

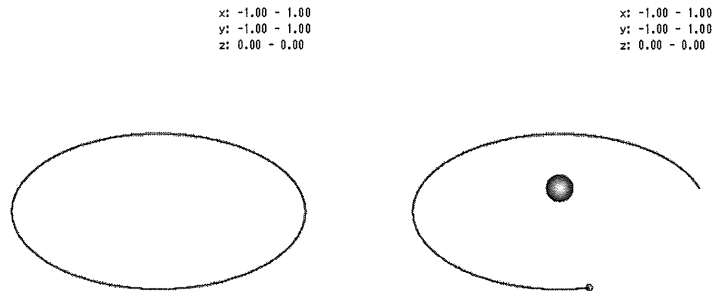


図3.3 太陽と地球のシミュレーション結果

例2 太陽と連星（分割数 10000, 実行時間 1）

太陽, 332946, 5, 0, 0, 0, 0, 0, 0, &Hff0000

p1, 10000, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 7, 0

p2, 10000, 1, 1.1, 0, 0, 0, 1, 0

これは太陽のまわりを地球質量の10000倍の惑星が連星として回転するシミュレーションである。図3.4にシミュレーション結果と描画過程の動画画面を示す。

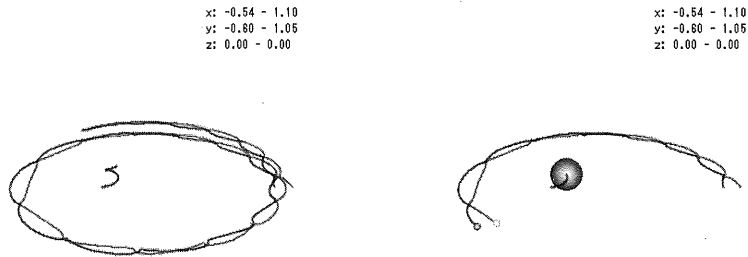


図3.4 太陽と連星のシミュレーション結果

これを見ると、初期速度によって系全体が移動していることがわかる。系全体を静止させるためには、「中心」コンボボックスに「読込」ボタンで選択肢を読み込み、重心を中心にした図を「再描画」させるとよい。図3.5にその描画画面を示す。

x: -0.54 - 1.10
y: -0.60 - 1.05
z: 0.00 - 0.00

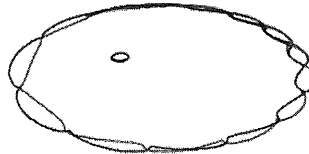


図3.5 重心を中心にした描画

例 3 連星をなす恒星と 1 つの惑星 (分割数 10000, 実行時間 8)

Sun1, 166473, 2, 0.5, 0, 0, 0, 0.5, 0

Sun2, 166473, 2, -0.5, 0, 0, 0, -0.5, 0

p1, 1, 1, 0, 2, 0, -0.8, 0, 0

これは太陽の半分の質量の 2 つの恒星が、公転半径 0.5 天文単位で連星をなしている回っている周りを、地球質量の惑星が 2 倍の公転半径で回っている状況を表している。図 3.6 にシミュレーション結果を示す。星の大きさが分かりにくいので、「星倍率」2 倍のサイズで描いている。

x: -2.40 - 2.40
y: -2.80 - 2.08
z: 0.00 - 0.00

x: -2.40 - 2.40
y: -2.80 - 2.08
z: 0.00 - 0.00

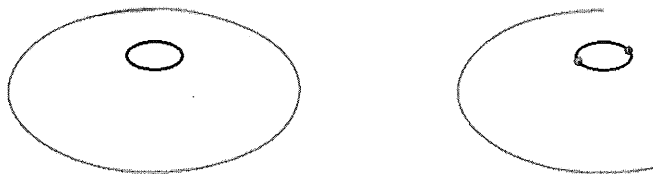


図3.6 連星をなす恒星と 1 つの惑星

例 4 4 連星 (分割数 10000, 実行時間 1)

p1, 100000, 1, 0.5, -0.5, 0, 0, 0.5, 0

p2, 100000, 1, 0.5, 0.5, 0, -0.5, 0, 0

p3, 100000, 1, -0.5, 0.5, 0, 0, -0.5, 0

p4, 100000, 1, -0.5, -0.5, 0, 0.5, 0, 0

これは4つの同じ質量の星が、全くタイミング良く連星をなしているモデルである。図3.7aにそのシミュレーション結果を示す。しかし、これは不安定な解で、例えばp1の初期位置をx方向に0.0001ずらすと図3.7bのように全く異なる軌道になる。

x: -0.85 - 0.85
y: -0.85 - 0.85
z: 0.00 - 0.00

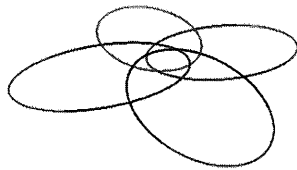


図3.7a 不安定な4連星解

x: -0.86 - 0.89
y: -0.85 - 1.48
z: 0.00 - 0.00

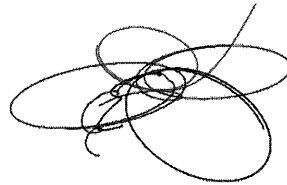


図3.7b 4連星の崩壊

例5 7つの星の衝突 (分割数 10000, 実行時間 1)

p1, 100000, 1, 0.5, -0.5, 1, 0, 0.5, 0

p2, 100000, 1, 0.5, 0.5, 1, -0.5, 0, 0

p3, 100000, 1, -0.5, 0.5, 1, 0, -0.5, 0

p4, 100000, 1, -0.5, -0.5, 1, 0.5, 0, 0

p5, 100000, 1, 0.5, -0.5, -1, -0.5, 0, 0

p6, 100000, 1, 0.5, 0.5, -1, 0, -0.5, 0

p7, 100000, 1, -0.5, 0.5, -1, 0.5, 0, 0

これは4つと3つの星が回転しながら重力で衝突するシミュレーションである。星は非常に複雑な動きをしている。図3.8にシミュレーション結果とその過程を示す。

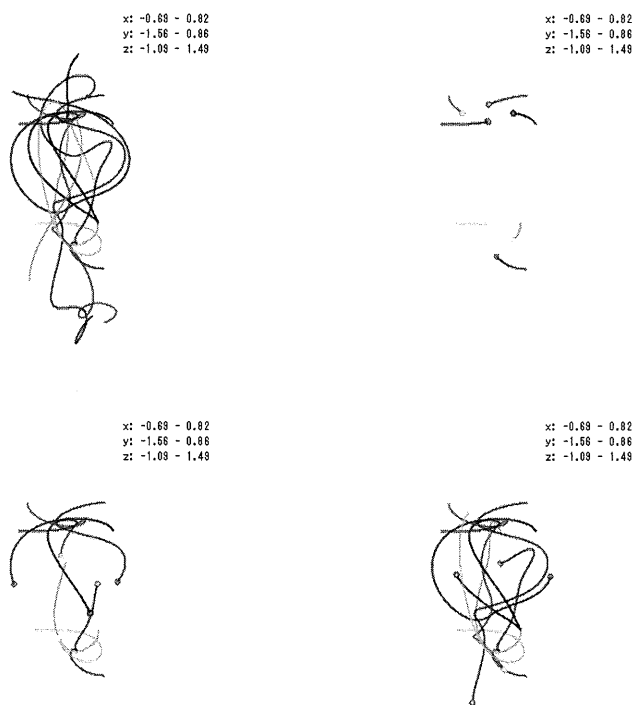


図3.8 7つの星の衝突

例6 太陽の公転運動 (分割数 10000, 実行時間 11.86)

太陽, 332946, 109, 0, 0, 0, 0, -0.00044, 0, &Hff0000

地球, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, &H00ffff

木星, 318, 10, 5.2, 0, 0, 0, 0.4385, 0

これは太陽、地球、木星の実際の重さ、半径、公転半径を使ったシミュレーションである。実行時間は木星の周期である。この場合、惑星が公転するのと同様に、太陽も木星からの重力で公転する。しかしその公転半径は極めて小さく、太陽半径にほぼ等しい。このシミュレーションでは、「星を見易く」のチェックを外して実行する。シミュレーション結果は図3.9aのように木星軌道から眺めた図になり、動画で星は全く見えない。しかし、マウスホイールを使って太陽へズームして行くと（最後の段階ではズームを微細に変更している）、図3.9bのように、太陽の公転運動が見えてくる。上の2本の線は地球と木星の公転軌道である。

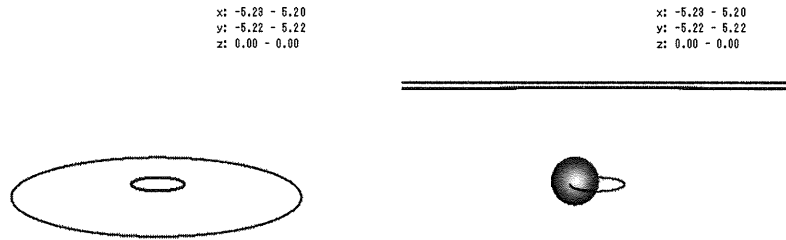


図3. 9a 太陽、地球、木星軌道

図3. 9b 太陽の公転運動

「中心」コンボボックスに「読込」ボタンで選択肢を読み込み、地球を中心にした図を描画させることもできる。図3. 10にその結果を表示する。

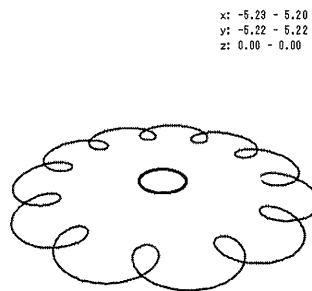


図3. 10 地球を中心にした太陽と木星の軌道

4. おわりに

我々は、ポテンシャルや束縛条件の付いた質点系の運動シミュレーションを簡易言語による記述で実行できるようにした。その際、3次元空間上で質点の運動を表現し、ひもやバネ、床や天井など、質点が運動する環境も合わせて表現できるように考えた。これにより、質点の運動が画面上でより現実的に感じられるようになった。

束縛運動の初期条件の与え方は十分気を付けなければならない。例えば2点間の長さが一定の束縛条件がある場合、その方向に初期速度があれば質点は自由運動をし、全く束縛運動にならない。これは床に束縛された運動の場合も同じで、床に垂直の初期速度があれば、床に沿って運動しない。Lagrangeの未定定数法は決して条件のずれを補正するものではない。その点、2点間の長さが一定の束縛条件を、バネ定数の大きいバネと考えると、ある程度の初期速度のずれは補正される。しかし、バネの微小な振動によって数値計算に

誤差が生じる可能性もある。

上に述べたようなことに注意すると、質点系の運動についてはRunge-Kutta法により比較的簡単にプログラムを作ることができる。今後の我々の力学問題の課題は、剛体の運動を取り扱うことである。これについても剛体の形や初期状態を簡易言語で指定し、実行できるようなプログラムにしてみたいが、処理は相当複雑になるだろう。

惑星シミュレーションについて、現在のプログラムでは、星の数が10個程度までなら、計算時間も描画も問題なく実行することができる。ただ、描画で軌道を描くモード（デフォルト）では、時間の経過につれて描画要素数が多くなり、時間がかかるようになる。しかし単純に星だけを動かす場合は、ほぼ実際の動きに比例した時間でシミュレーション結果を見ることができる。

星のスケールは様々である。太陽系の惑星でも、内側と外側では周期に隔たりがあり、さらに惑星とその衛星を同時に扱うとなると現在のように同じ時間スケールで計算するには限界がある。もちろん、時間分割数を増やして計算すれば問題はないが、パソコンで実行するには計算時間が重要である。個々の星ごとに独自の時間スケールで計算を実行することも必要になるだろう。

星のシミュレーションに関して、我々の今後の課題は2つある。現在は星にかかる重力が一定以上になると衝突したものとして、シミュレーションの実行を止めているが、課題の1つ目は、衝突した2つの星をくっつけるような処理の導入である。これにより単純な惑星形成のような雰囲気が味わえると面白い。次の課題は、前の問題とも少し関係するが、星の数を増やすということである。我々は1,000個位にまで増やせないかと考えている。

星の数を増やす方法としては、ツリー法や高速多重極展開法が考えられ、我々も試験的なプログラムを作成しているが⁶⁾、星の数1,000個という程度では、前処理に時間がかかりあまり効率的とは言えない。これらの方法が効いてくるのは10,000個位からで、現在のパソコンでは取扱いが難しい。もちろん、ここで述べたことはスーパーコンピュータなどで、桁や精度を格段に上げて実現されているが、我々としてはパソコン画面上で銀河（のように見えるもの）が回るようなシミュレーションができれば十分である。

参考文献

- 1) 社会システム分析のための統合化プログラム16 - 3Dビューアとその応用 -, 福井正康, 尾崎誠, 石丸敬二, 福山平成大学経営研究, 7号, (2011) 111-127.
- 2) 社会システム分析のための統合化プログラム19 - 関数グラフ・パラメータ関数グラフ -, 福井正康, 石丸敬二, 福山平成大学経営研究, 第8号, (2012) 109-127.
- 3) 数理系教育ソフトウェアにおける汎用グラフィックインターフェースの提案, 福井

正康, 石丸敬二, 尾崎誠, 日本教育情報学会誌「教育情報研究」, 第27巻, 第4号,
(2012) 55-66.

- 4) 理工系の基礎数学8 数値計算, 高橋大輔, 岩波書店, 1996.
- 5) 改訂新版 Visual Basicでわかる物理—Visual Basic 2008で学ぶ物理シミュレーション・プログラムの作成法, 山田盛夫, CQ出版, 2008.
- 6) College Analysisによる物理シミュレーション2 — 電荷と電場・電流と磁場 —, 福井正康, 福山平成大学経営研究, 第9号, (2013).

Physics Simulation in College Analysis 1 **- Motion of System of Particles, Simulation of the Planets -**

Masayasu FUKUI

Department of Business Administration, Faculty of Business Administration,
Fukuyama Heisei University

Abstract

We have created a unified program named College Analysis on the social system analysis, enhancing the graphics output. Taking advantage of this feature, we decided to create programs on physics simulation that can be used in the general education curriculum of the university. In this paper, we introduce our programs on the motion of particles and simulation of the planets.

Keywords

College Analysis, physics, simulation, system of particles, planet, equation of motion

URL: <http://www.heisei-u.ac.jp/ba/fukui/>

福山平成大学経営学部紀要
第 9 号(2013), 81頁-105頁

College Analysisによる物理シミュレーション 2 — 電荷と電場・電流と磁場 —

福 井 正 康

福山平成大学経営学部経営学科

概要：我々は社会システム分析に用いられる様々な手法を統合化したプログラム College Analysisを作成し、その中のグラフィック機能を利用して物理シミュレーションのプログラムを開発している。今回は、静止電荷による静電場と定常電流による静磁場のプログラムを紹介する。静電場のプログラムでは電場、電気力線、ポテンシャルの厳密計算に加えて、ツリー法や高速多重極展開法のプログラムも加えた。また、磁場のプログラムでは、磁力線などの計算の他に、磁場の中での荷電粒子の運動のシミュレーションを行っている。

キーワード：College Analysis, 物理, シミュレーション, 電磁気学, 静電場, 静磁場, ツリー法, 高速多重極展開法

URL:<http://www.heisei-u.ac.jp/ba/fukui/>

1. はじめに

これまで、社会システム分析ソフトウェアCollege Analysisにおいて、統計学、経営科学、意思決定手法などを中心にプログラムを作成してきたが、我々はCollege Analysisのグラフィック機能に注目し、教育・科学の分野で物理シミュレーションのプログラムを作成して行くことを決めた。その際、3次元での表示を心掛けることと簡易言語を用いてできるだけ汎用的に環境も含めて表現することを目指した。今回は、静止電荷が作る静電場と定常電流が作る静磁場についてのプログラムを紹介する。

静止電荷が作る電場のプログラムは、グリッドエディタに電荷のデータを与えて、空間中の電気力線や電場の向き、等電位面を描画する機能を持つ。電気力線の描画は少数の電荷の場合に限られるが、等電位面の描画では、今後の発展の可能性を考えて、数万個程度

の電荷までを扱えるようにする。そのため、ツリー法や高速多重極展開法 (FMM) のアルゴリズムをプログラム化しておくことにした。これらのアルゴリズムは問題の規模や精度に応じて、領域の分割数や多重極展開や局所展開の次数などを調整する必要がある。そのため、これらの設定を変えられるようにして、計算時間や精度を比べられるようにしている。

定常電流による磁場は、理論的に複雑なものは用いておらず、単純にBiot-Savartの法則を用いて磁力線を描いているが、特徴は磁場を作る電流の形状をパラメータ関数を用いて表現し、描画できるところにある。ここではコイルなども簡単に表現でき、3次元空間に描画される。さらに、磁場の中の荷電粒子の運動は直感的に考えにくいので、これについてもシミュレーションを行えるようになっている。例えば地球磁場が太陽からの荷電粒子を防いでいる様子なども簡単なモデルにして見ることができる。

2. 電荷と電場

今回の物理シミュレーションでは、静止点電荷からの電気力線、空間中の電場の向き、等電位面の描画を取り上げる。電気力線は、電荷の近傍でクーロン力を計算し、電場の向きを繋いで行く。空間中の電場の向きは、空間の指定点での電場の向きを矢印で表す。その際、上限は付けるが、矢印の長さで相対的な電場の強さを近似的に表現する。等電位面の描画は、直接クーロンポテンシャルを計算する方法の他に、多重極展開を用いた電荷から遠方での近似法も加えた。さらにこの多重極展開法を拡張したツリー法や高速多重極展開法のアルゴリズムをプログラムに組み込んだ。

この章では、最初に点電荷からの電場とポテンシャルについての理論を与える。次に、ツリー法や高速多重極展開法の理論についても解説する。その後、実行メニューに従って、プログラムの利用法を説明する。

2.1 静止電荷と電場の理論

電荷分布 $\rho(\mathbf{r})$ [C/m³] や点電荷 q_i [C]からの真空中の電場 $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ [V/m]は以下のように計算される。

電荷分布の場合

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\rho(\mathbf{r}')(\mathbf{r} - \mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|^3} dv'$$

点電荷の場合 (このプログラムの場合)

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{q_i(\mathbf{r} - \mathbf{r}_i)}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_i|^3}$$

ここに $\epsilon_0 = 8.854188 \times 10^{-12}$ [F/m]は真空の誘電率である。電気力線と電場はこの関係を用いて計算する。また、等電位面を計算する際の厳密な電位 $V(\mathbf{r})$ [V]は以下のように計算

される。

電荷分布の場合

$$V(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\rho(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} dv'$$

点電荷の場合

$$V(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_i|}$$

また電荷分布 $\rho(\mathbf{r}')$ の作るポテンシャルは、以下のように多重極展開や局所展開の式を用いて近似的に表される (l を有限で計算した場合)。今回我々は上側の定義に基づいてプログラムを作成しているが、下側 (括弧内) の定義が示されている教科書もある。

$r > r'$ のとき (多重極展開)

$$V(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l \frac{M_{l,m} Y_{l,m}(\theta, \varphi)}{r^{l+1}} \quad (1)$$

$$\left(V(\mathbf{r}) = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l \frac{1}{2l+1} \frac{M_{l,m} Y_{l,m}(\theta, \varphi)}{r^{l+1}} \right)$$

ここに、 $M_{l,m}$ は 2^l 重極子 (2^l 重極モーメント) と呼ばれ、以下のように定義される。

電荷分布の場合

$$M_{l,m} = \int \rho(\mathbf{r}') r'^l Y_{l,m}^*(\theta', \varphi') dv'$$

点電荷の場合

$$M_{l,m} = \sum_{i=0}^n q(r_i) r_i^l Y_{l,m}^*(\theta_i, \varphi_i) \quad (2)$$

$r > r'$ のとき (局所展開)

$$V(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l L_{l,m} Y_{l,m}(\theta, \varphi) r^l$$

$$\left(V(\mathbf{r}) = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l \frac{1}{2l+1} L_{l,m} Y_{l,m}(\theta, \varphi) r^l \right)$$

ここに、 $L_{l,m}$ は局所展開係数と呼ばれ、以下のように定義される。

電荷分布の場合

$$L_{l,m} = \int \rho(\mathbf{r}') r'^{-(l+1)} Y_{l,m}^*(\theta', \varphi') dv'$$

点電荷の場合

$$L_{l,m} = \sum_{i=0}^n q(r_i) r_i^{-(l+1)} Y_{l,m}^*(\theta_i, \varphi_i)$$

$Y_{l,m}(\theta, \varphi)$ は球面調和関数で、 $Y_{l,m}^*(\theta, \varphi)$ はその複素共役である。今回は上側の定義に基づいている。

$$Y_{l,m}(\theta, \varphi) = \sqrt{\frac{(l-|m|)!}{(l+|m|)!}} P_l^{|m|}(\cos \theta) e^{im\varphi}$$

$$\left(Y_{l,m}(\theta, \varphi) = \sqrt{\frac{2l+1}{4\pi} \frac{(l-m)!}{(l+m)!}} P_l^m(\cos \theta) e^{im\varphi} \right)$$

ここに、 $m < 0$ に対しては以下の式が成り立つ。

$$Y_{l,-|m|}(\theta, \varphi) = (-1)^m Y_{l,|m|}^*(\theta, \varphi)$$

また、 $P_l^m(x)$ はLegendreの陪多項式で、 $m \geq 0$ に対して以下のように定義される。

$$P_l^m(x) = (-1)^m (1-x^2)^{m/2} \frac{d^m}{dx^m} P_l(x)$$

ここに、 $P_l(x)$ はLegendreの多項式である。

Legendreの陪多項式の計算には、以下の関係式を用いる。

$$P_m^m = (-1)^m (2m-1)!! (1-x^2)^{m/2}$$

$$(l-m)P_l^m = x(2l-1)P_{l-1}^m - (l+m-1)P_{l-2}^m$$

但し、 $P_{m-1}^m = 0$ である。

2.2 ツリー法と高速多重極展開法

電気力のポテンシャル計算において、電荷数が多くなると、1箇所での電位計算はその数に比例して時間がかかる。これに対して、近傍からの電位は直接計算し、遠方からの電位はまとめて多重極展開や局所展開を用いて計算し、計算時間の短縮化を図る方法が、ツリー法や高速多重極展開法である。ここではこれらについてその詳細を参考文献1)、2)に倣って説明する。

ツリー法

まず、電荷分布の領域を座標軸ごとに d 分割（このプログラムでは $d=2$ または $d=3$ としている）する。これにより、3次元空間を d^3 分割することになるが、その中の1つの領域を第1階層のセルと呼ぶ。その第1階層のセルをさらに d^3 分割し、その中の1つの領域を第2階層のセルと呼ぶ。第2階層のセルは d^6 個になる。これを繰り返して、第 n 階層まで進める（このプログラムでは、第4階層まで想定している）。

第 n 階層の各セルの座標の中心を展開の中心として、そのセル内の電荷による多重極子を(2)式によって計算する。次に第 $n-1$ 階層の各セル内で同様に多重極子を計算するが、直接計算は時間がかかるので、第 $n-1$ 階層のセルに含まれる d^3 個の第 n 階層のセルから、多重極子の中心の移動公式を用いて計算する。その方法を以下に示す。

今、第 i 階層のセルAの中心 O' にある多重極子をそのセルを含む第 $i-1$ 階層のセルBの中心 O に移動させる問題を考える。セルBの中心 O から、セルAの中心 O' までのベクトルを極座標で $\boldsymbol{p}=(\rho, \alpha, \beta)$ と表す。また、 O から電位を求める位置 Q までのベクトルを極座標で

$\mathbf{r}=(r,\theta,\varphi)$ 、 O' から Q までのベクトルを極座標で $\mathbf{r}'=(r',\theta',\varphi')$ とする。但し、 $\rho \ll r, r'$ とする。
これを図で表わすと図 2.1 のようになる。

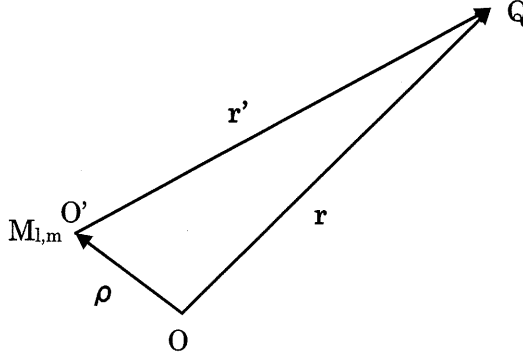


図 2.1 $M(i) 2M(i-1)$

第 i 階層の中心にある多重極子が点 Q の位置に作るポテンシャルは多重極展開によって以下のように書かれる。

$$V(\mathbf{r}') = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{p=0}^{\infty} \sum_{q=-p}^p \frac{M_{p,q} Y_{p,q}(\theta', \varphi')}{r'^{p+1}}$$

この $Y_{p,q}(\theta', \varphi')/r'^{p+1}$ に対して、球面調和関数の変換公式 (4) を代入する。

$$\frac{Y_{p,q}(\theta', \varphi')}{r'^{p+1}} = \sum_{r=0}^{\infty} \sum_{s=-r}^r \frac{J_s^q A_r^s A_p^q \rho^r Y_{r,-s}(\alpha, \beta)}{A_{r+p}^{s+q}} \frac{Y_{r+p,s+q}(\theta, \varphi)}{r^{r+p+1}} \quad (4)$$

ここに、

$$J_s^q = i^{|q+s|-|q|-|s|} = \begin{cases} (-1)^{\min(|q|, |s|)} & \text{if } q \cdot s < 0 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_p^q = \begin{cases} \frac{(-1)^p}{\sqrt{(p-q)!(p+q)!}} & \text{if } p \geq q \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

その後、 $j \equiv r+p$, $k \equiv s+q$, $l \equiv r$, $m \equiv s$ とすると、以下のようになる。

$$\begin{aligned} V(\mathbf{r}') &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{p=0}^{\infty} \sum_{q=-p}^p \sum_{r=0}^{\infty} \sum_{s=-r}^r \frac{M_{p,q} J_s^q A_r^s A_p^q \rho^r Y_{r,-s}(\alpha, \beta) Y_{r+p,s+q}(\theta, \varphi)}{A_{r+p}^{m+q}} \\ &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{j=0}^{\infty} \sum_{k=-j}^j \sum_{l=0}^j \sum_{m=-l}^l \frac{M_{j-l,k-m} J_m^{k-m} A_l^m A_{j-l}^{k-m} \rho^l Y_{l,-m}(\alpha, \beta) Y_{j,k}(\theta, \varphi)}{A_j^k} \frac{1}{r^{j+1}} \end{aligned}$$

ここで、新しく

$$M'_{j,k} \equiv \sum_{l=0}^j \sum_{m=-l}^l \frac{M_{j-l,k-m} J_m^{k-m} A_l^m A_{j-l}^{k-m} \rho^l Y_{l,-m}(\alpha, \beta)}{A_j^k} \quad (5)$$

と定義すると、ポテンシャルは新たに定義された多重極子 $M'_{j,k}$ を用いて、以下のように書

かれる。

$$V(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{j=0}^{\infty} \sum_{k=-j}^j \frac{M'_{j,k} Y_{j,k}(\theta, \varphi)}{r^{j+1}}$$

これにより、多重極展開の展開の中心が変更されたことになり、その際、多重極子は(5)式のように変換されることが分かった。このように第*i*階層の多重極子をまとめて第*i*-1階層の多重極子にする処理を慣例によりM(*i*)2M(*i*-1)と表す。ここで、多重極子の次数は理論的には∞までとなっているが、現実の計算では、ある次数まで（例えば*j*≤3）の計算で打ち切ることになる。

以上により、第*n*階層のセルの中心にある多重極子とそのセルを含む第*n*-1階層のセルの中心に移動させることができるようになった。この方法を利用して、さらに第*n*-1階層のセルの中心にある多重極子とそのセルを含む第*n*-2階層のセルの中心へ移動させ、これを繰り返して、第1階層の*d*³個のセルまで続ける。これらの多重極子を用いて遠距離への効果をまとめて扱うようにする。

ツリー法は、ある位置でのポテンシャルを、近距離では厳密に、それより遠い所では第*n*階層のセルの中心にある多重極子を使って、さらに遠い所では、第*n*-1階層のセルの中心にある多重極子を使って、というように、距離によって階層別に計算し、それを足し合わせて求める。このプログラムでは、基本的な距離を第*n*階層のセルの対角長とし、電位を求める点と各階層のセルの中心との距離が、その何倍以上かでの階層の多重極子を使うかを決められるようになっている。精度と実行速度を秤にかけて、データ数に応じて、セルの階層、分割数、多重極展開の次数、距離を決めるパラメータなどを効果的に決めて行く必要がある。

高速多重極展開法

高速多重極展開法はツリー法をさらに進めた方法である。ツリー法において、ある点でのポテンシャルは、直接計算と距離による様々な階層の多重極子からの寄与の合計で与えられるが、これらは1つの位置につき、その都度計算を実行する必要があった。高速多重極展開法は、最初にこの複数の階層の多重極子からの寄与を第*n*階層の各セルの中心に集約しておく、その後の各点でのポテンシャル計算は、直接計算とその点が含まれる第*n*階層のセルの中心にある多重極子の寄与だけから計算する。これにより、多くの位置のポテンシャルを計算する場合は、ツリー法に比べ、計算効率がさらに向上する。但し、最初の集約段階でかなりの計算量を必要とするので、ポテンシャルを求める位置が少ない場合は、逆に効率が悪くなる。我々のプログラムでは、位置の数が10,000点程度から効果が表れて来るようである。

高速多重極展開法では、多重極子の集約に局所展開の方法を用いるが、これには2通り

の方法が考えられる。遠方の多重極子を、ポテンシャルを調べる位置の第 n 階層のセルの中心に直接局所展開する方法と、遠方の多重極子が含まれる階層と調べる点が含まれる同じ階層のセルに一度局所展開し、さらに上の階層から順番に第 n 階層まで、局所展開を行う方法である。前者は局所展開が一度で済む分、計算精度の上で有利であるが、後者は、同じ階層のセルに局所展開する際、一度計算した値を記憶させておくことで計算時間の短縮を図れるという利点がある。我々のプログラムでは、この問題についても、どの程度時間短縮を図れるのか調べられるようになっている。

ここでは、第 i 階層のセルAの中心 O' にある多重極子を遠く離れた第 j 階層のセルB（階層は同じでなくてもよい）の中心 O に局所展開する問題を考える。セルBの中心 O から、セルAの中心 O' までのベクトルを極座標で $\rho=(\rho, \alpha, \beta)$ と表す。また、 O から電位を求める位置 Q までのベクトルを極座標で $r=(r, \theta, \varphi)$ 、 O' から Q までのベクトルを極座標で $r'=(r', \theta', \varphi')$ とする。但し、この場合は、 $r \ll \rho, r'$ である。これを図で表わすと図2.2のようになる。

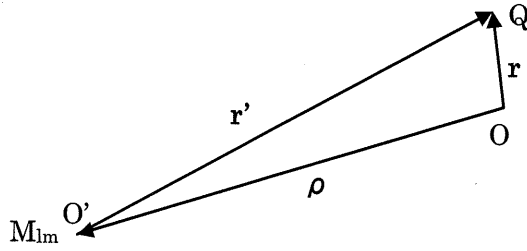


図2.2 M(i)2L(j)

セルAの中心 O' にある多重極子が点 Q の位置に作るポテンシャルは多重極展開によって以下のように書かれる。

$$V(r') = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{p=0}^{\infty} \sum_{q=-p}^p \frac{M_{p,q} Y_{p,q}(\theta', \varphi')}{r'^{p+1}}$$

この $Y_{p,q}(\theta', \varphi')/r'^{p+1}$ に対して、球面調和関数の2番目の変換公式(6)を代入する。

$$\frac{Y_{p,q}(\theta', \varphi')}{r'^{p+1}} = \sum_{r=0}^{\infty} \sum_{s=-r}^r \frac{J_{p,s}^q A_r^s A_p^q Y_{p+r,q-s}(\alpha, \beta)}{A_{r+p}^{s-q} \rho^{r+p+1}} Y_{r,s}(\theta, \varphi) r^r \quad (6)$$

ここに、

$$J_{p,s}^q = (-1)^p i^{|s-q|-|s|-|q|} = \begin{cases} (-1)^p (-1)^{\min(|q|, |s|)} & \text{if } q \cdot s > 0 \\ (-1)^p & \text{otherwise} \end{cases}$$

その後、 $j \equiv r$, $k \equiv s$, $l \equiv p$, $m \equiv q$ とすると、以下のようになる。

$$\begin{aligned}
 V(r') &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{p=0}^{\infty} \sum_{q=-p}^p \sum_{r=0}^{\infty} \sum_{s=-r}^r \frac{M_{p,q} J_{p,s}^q A_r^s A_p^q Y_{p+r,q-s}(\alpha, \beta)}{A_{r+p}^{s-q} \rho^{r+p+1}} Y_{r,s}(\theta, \varphi) r^r \\
 &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{j=0}^{\infty} \sum_{k=-j}^j \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l \frac{M_{l,m} J_{l,k}^m A_j^k A_l^m Y_{l+j,m-k}(\alpha, \beta)}{A_{j+l}^{k-m} \rho^{j+l+1}} Y_{j,k}(\theta, \varphi) r^j
 \end{aligned}$$

ここで、新しく

$$L_{j,k} \equiv \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l \frac{M_{l,m} J_{l,k}^m A_j^k A_l^m Y_{l+j,m-k}(\alpha, \beta)}{A_{j+l}^{k-m} \rho^{j+l+1}} \quad (7)$$

と定義すると、ポテンシャルは新たに定義された局所展開係数 $L_{j,k}$ を用いて、以下のよう
に書かれる。

$$V(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{j=0}^{\infty} \sum_{k=-j}^j L_{j,k} Y_{j,k}(\theta, \varphi) r^j$$

この展開を慣例として $M(i)2L(j)$ と呼ぶ。

上の局所展開が同階層で行われた場合、階層間の局所展開を続けて行う。その理論を説明しておく。ここでは、第 i 階層のセルAの中心 O' にある多重極子をそれに含まれる第 $i+1$ 階層のセルBの中心 O に局所展開する問題を考える。セルBの中心 O から、セルAの中心 O' までのベクトルを極座標で $\rho=(\rho, \alpha, \beta)$ と表す。また、 O から電位を求める位置 Q までのベクトルを極座標で $r=(r, \theta, \varphi)$ 、 O' から Q までのベクトルを極座標で $r'=(r', \theta', \varphi')$ とする。但し、この場合は、セルAの中にセルBがあるため、 $r < \rho, r'$ であるが、これまでのように大きな差はない。そのため、局所展開の際の誤差は大きくなる。これを図で表わすと図2.3のようになる。

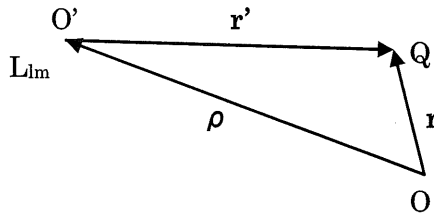


図2.3 $L(i)2L(i+1)$

セルAの中心 O' にある局所展開係数が点 Q の位置に作るポテンシャルは局所展開によって以下のように書かれる。

$$V(r') = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{p=0}^{\infty} \sum_{q=-p}^p L_{p,q} Y_{p,q}(\theta', \varphi') r'^p$$

この $Y_{p,q}(\theta', \varphi')/r'^{p+1}$ に対して、球面調和関数の3番目の変換公式(8)を代入する。

$$Y_{p,q}(\theta', \varphi') r'^p = \sum_{r=0}^{\infty} \sum_{s=-r}^r \frac{J_{r,s}'^q A_r^s A_{p-r}^{q-s} \rho^r Y_{r,s}(\alpha, \beta)}{A_p^q} Y_{p-r,q-s}(\theta, \varphi) r^{p-r} \quad (8)$$

ここに、

$$J_{r,s}'^q = (-1)^r i^{|q|-|s|-|q-s|} = \begin{cases} (-1)^r (-1)^s & \text{if } q \cdot s < 0 \\ (-1)^r (-1)^{q-s} & \text{if } q \cdot s \geq 0 \text{ and } |q| < |s| \\ (-1)^r & \text{otherwise} \end{cases}$$

その後、 $j \equiv p - r$, $k \equiv q - s$, $l \equiv p$, $m \equiv q$ とすると、以下のようになる。

$$\begin{aligned} V(\mathbf{r}') &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{p=0}^{\infty} \sum_{q=-p}^p \sum_{r=0}^{\infty} \sum_{s=-r}^r \frac{L_{p,q} J_{r,s}'^q A_r^s A_{p-r}^{q-s} \rho^r Y_{r,s}(\alpha, \beta)}{A_l^m} Y_{p-r,q-s}(\theta, \varphi) r^{p-r} \\ &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{j=0}^{\infty} \sum_{k=-j}^j \sum_{l=j}^{\infty} \sum_{m=-l}^l \frac{L_{l,m} J_{l-j,m-k}'^m A_{l-j}^{m-k} A_j^k \rho^{l-j} Y_{l-j,m-k}(\alpha, \beta)}{A_l^m} Y_{j,k}(\theta, \varphi) r^j \end{aligned}$$

ここで、新しく

$$L'_{j,k} \equiv \sum_{l=j}^{\infty} \sum_{m=-l}^l \frac{L_{l,m} J_{l-j,m-k}'^m A_{l-j}^{m-k} A_j^k \rho^{l-j} Y_{l-j,m-k}(\alpha, \beta)}{A_l^m} \quad (9)$$

と定義すると、ポテンシャルは新たに定義された局所展開係数 $L'_{j,k}$ を用いて、以下のよう
に書かれる。

$$V(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{j=0}^{\infty} \sum_{k=-j}^j L'_{j,k} Y_{j,k}(\theta, \varphi) r^j$$

展開の次数は ∞ までになっているが、現実の計算ではある次数までとする。この展開を慣
例として $L(i)2L(i+1)$ と呼ぶ。

2.3 プログラムの利用法

メニュー [分析-教育・科学他-物理シミュレーション-電荷と電場] を選択すると、
図2.4のような実行メニューが表示される。

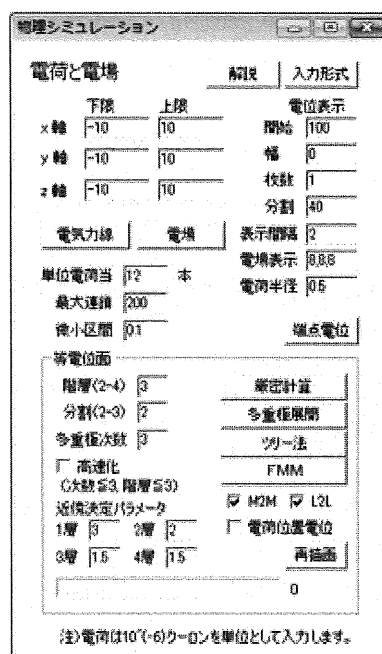


図2.4 電荷と電場実行メニュー

データの入力形式はグリッド入力で、「入力形式」ボタンをクリックすると図2.5のように例が表示される。

データ入力形式					
	電荷	X	Y	Z	
▶ 電荷1	1	5	0	0	
電荷2	-1	-5	0	0	

図2.5 入力形式

これは、 $x=\pm 5\text{m}$ のところに、 $\pm 1 \times 10^{-6}\text{C}$ の電荷がある例である。メニューの最下部に書いているように、電荷の単位は、 10^{-6}C とする。

図2.5のような形にデータをグリッド入力し、描画範囲をすべての軸で-10mから10mに設定し、「電気力線」ボタンをクリックすると、図2.6のような結果が表示される。電気力線は、出て行く（入って来る）本数だけが設定され、方向はプログラムで決まった設定による。

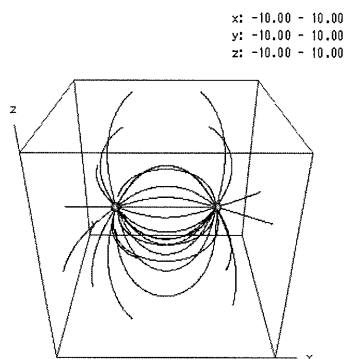


図2.6 電気双極子の電気力線

電荷から出る（入る）電気力線の本数は、「単位電荷当」（ 10^{-6} C当り）テキストボックスに入力する。図2.4のメニューでは、12本に設定されており、正の電荷から12本出て、負の電荷に12本入っている。それぞれの電気力線は、異符号の電荷に入って終わるが、途中で描画範囲を超える場合は中断する。電気力線は「微小区間」の長さの線分を繋ぎ合わせて表示するが、繋いだ本数が、「最大連鎖」数を超える場合も中断する。必要な場合は、最大連鎖数を増やしてきれいな図を描くことができる。電荷の大きさは、「電荷半径」で指定することができる。色は正電荷が紫、負電荷が緑に設定されている。

図2.7に本数を増やした例、図2.8に電気8重極子からの電気力線の例を示す。

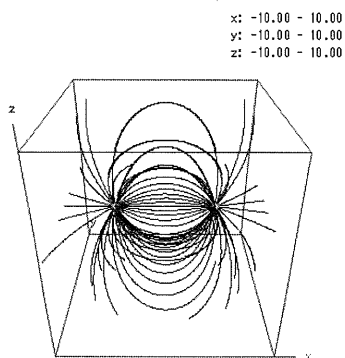


図2.7 本数を増やした電気力線

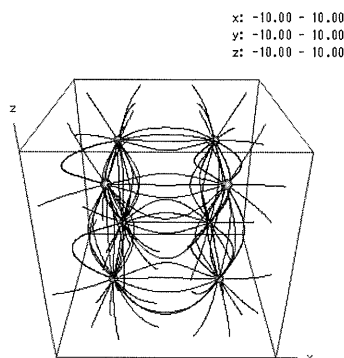


図2.8 8重極子からの電気力線

電気力線の他に、我々は空間中の電場を矢印で表現することにした。図2.9にその例を示す。矢印の向きは電場の向き、長さは空間内の電場の強さに比例するようにし、平均＋標準偏差の2倍以上を基準の長さ、－2倍以下を0になるように描画している。また、図2.9では、電場の矢印が重なって見にくいので、平面を切り出す機能も付けることにした。図2.10にその例を示す。この図は、描画範囲のy軸の幅を0にして、「電場表示」を「8,1,8」に設定して得られたものである。

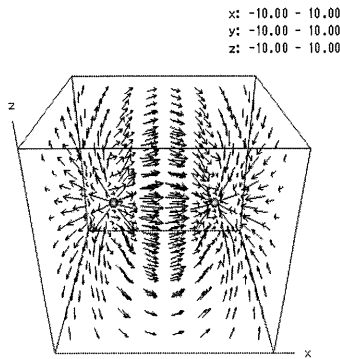


図2.9 電場の向きと強さ

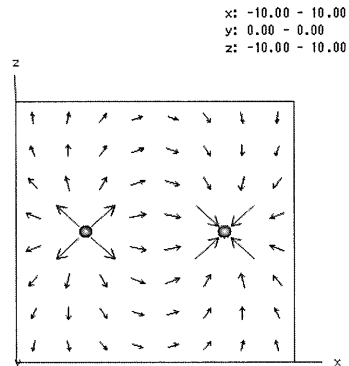


図2.10 電場の平面表示

次に等電位面の描画について説明する。電荷量は 10^{-6} Cで位置を $x=\pm 1\text{m}$ にする。等電位面を描くには、まず「端点電位」ボタンで、領域の端の電位を調べておく。図2.11に双極子の端点での電位を示す。

端点	電位	X	Y	Z
端点1	345164	-10	-10	-10
端点2	345164	-10	-10	10
端点3	345164	-10	10	-10
端点4	345164	-10	10	10
端点5	-345164	10	-10	-10
端点6	-345164	10	-10	10
端点7	-345164	10	10	-10
端点8	-345164	10	10	10

図2.11 双極子の領域の端点での電位

等電位面は、「開始」電位、電位の「幅」、「枚数」を指定し、「等電位面」グループボックス内の「厳密計算」ボタンをクリックして描画する。図2.12に、範囲を各軸-10mから10mに設定した100Vの等電位面、図2.13に、-200V、-100V、0V、100V、200Vの5枚の等電位面をまとめて示す。図2.13で中央の平面は0V等電位面である。ここで電荷半径は0.2に設定している。ここでは電位表示の「分割」が40のデフォルトの設定で、約64,000 (403) 点の電位を調べ、それを用いて電位の等高線を描いている。

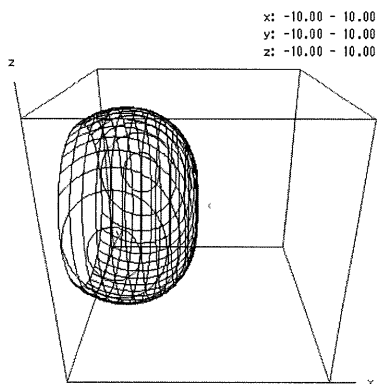


図2.12 双極子からの100V等電位面

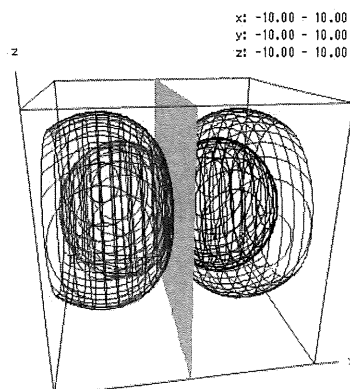


図2.13 5枚の等電位面

図2.14にy平面上の4重極子（電荷量は 10^{-6} Cで、位置は $x, z = \pm 1$ m）からの50V等電位面、図2.15に8重極子（電荷量は 10^{-6} Cで、位置は $x, y, z = \pm 1$ m）からの10V等電位面を示す。

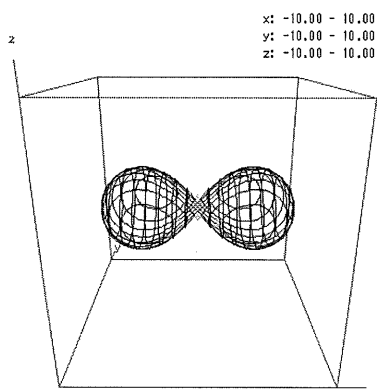


図2.14 4重極子からの50V等電位面

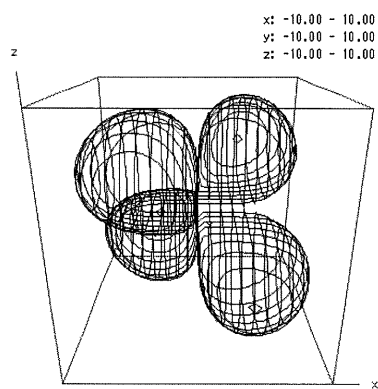


図2.15 8重極子からの10V等電位面

描画の精度は「分割」と「表示間隔」で与えられる。分割は、領域を分割して各点で電位を測る各軸の分割数、表示間隔は、分割をいくつ毎表示するかの間隔を表す。「分割」を50、「表示間隔」を1にして、上と同じ図を図2.16と図2.17に描いておく。

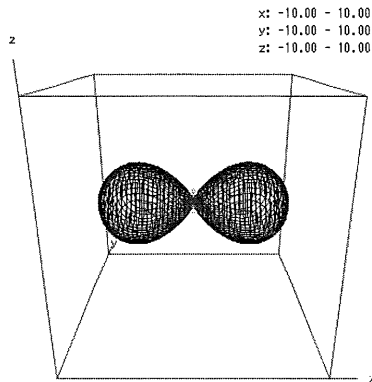


図2.16 4重極子からの等電位面詳細表示

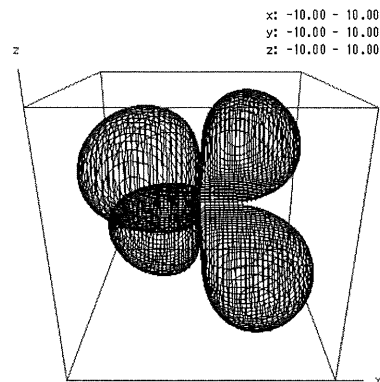


図2.17 8重極子からの等電位面詳細表示

次に、電荷から遠方の近似を与える多重極展開を用いた等電位面は、「多重極展開」ボタンをクリックすると得られる。その際、多重極展開の次数は「多重極次数」テキストボックスに入力する。図2.18に上で述べた双極子からの3次の多重極展開による100V等電位面を示す。図2.19に上で述べた8重極子からの3次の多重極展開による10V等電位面を示す。図2.12と図2.15と比べて良い近似になっていることが分かる。但し、この場合電荷数が少ないので、計算時間は直接計算の方がかなり速い。

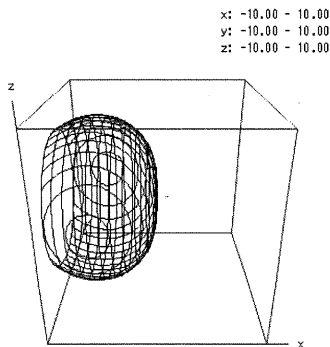


図2.18 双極子からの100V等電位面

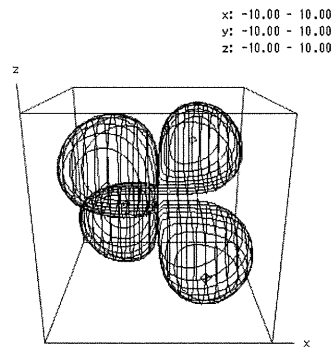


図2.19 8重極子からの10V等電位面

最後に、各軸とも-2mから2mまでの区間に分布する1,000個の電荷の場合について、厳密計算と多重極展開の近似との比較を行っておく。この電荷数では、多重極展開近似がかなり速くなる。図2.20aに厳密計算の等電位面、図2.20bに3次までの近似、図2.20cに2次までの近似、図2.20dに1次までの近似の等電位面を示す。遠方では3次までの近似で、比較的良い結果が与えられる。

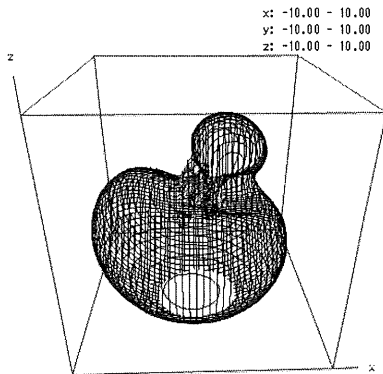


図2.20a 厳密計算の等電位面

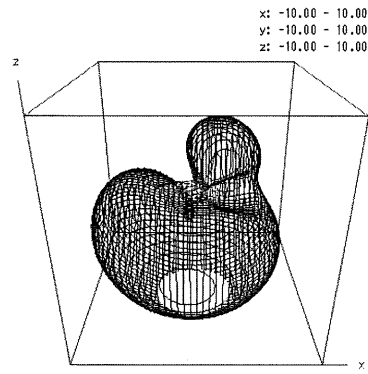


図2.20b $l \leq 3$ の多重極展開近似

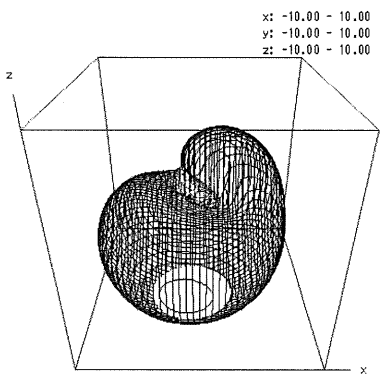


図2.20c $l \leq 2$ の多重極展開近似

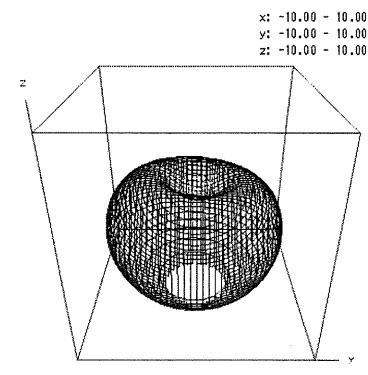


図2.20d $l \leq 1$ の多重極展開近似

次に、ツリー法や高速多重極展開法（FMM）に関する部分について説明するが、設定が複雑になるので、もう一度プログラム実行画面から、これらに関係のある部分を抜き出して、図2.21に示しておく。

等電位面	
層数(2-4)	3
分割(2-3)	2
多重極次数	3
☐ 高速化 (大数 ≤ 3, 層数 ≤ 3)	
近傍決定パラメータ	
1層 3 2層 2	
3層 15 4層 15	
☐ 電荷位置電位	
☐ 再描画	

図2.21 ツリー法と高速多重極展開法実行画面

これまで述べて来た等電位面の描画は、デフォルトの設定で約64,000点のポテンシャルを求めて、描画するプログラムである。電荷の数が、1,000点位までは厳密計算で対応可能であるが、10,000点を超えると、時間がかかり、ツリー法や高速多重極展開法が有利に

なる。

図2.21のメニューで、「階層」はこれらの計算のセルの階層である。2階層から4階層にまで対応している。「分割」は、1つ上の階層のセルの軸をいくつに分割するかを決める。通常は2分割か3分割であるが、パソコンで取り扱う限り、4階層3分割は計算時間が余計にかかってしまい、現実的ではない。10,000点で3階層2分割、100,000点で4階層2分割当りが適当ではないかと思われる。

「多重極次数」はどの次数まで多重極展開や局所展開を考えるかを定める。「高速化」は、次数が3次まで球面調和関数の具体的な形を用い、 $M(i)2L(i)$ の上位3階層で計算結果を保存しておき、計算量を減らすように工夫する方法である。これによって、計算は2割程度高速化される。「近傍決定パラメータ」は、精度とスピードに大きく影響する。上位階層から見て行き、最下位階層のセルの対角長の何倍までその階層の多重極子の結果を用いるかを指定する。大きな値を用いるほど精度は上がるが、スピードは落ちる。

「M2M」は $M(i)2M(i-1)$ の処理を行うか、直接電荷から多重極子を計算するかを決める。通常はチェックを入れて、多重極子の移動によって階層的に計算する方法を選んでおく。「L2L」はM2Lの局所展開を同じ階層で行うか、直接下の階層で行うかを定める。チェックを入れると同じ階層で行い、L2Lの処理を追加する。

通常は、図2.21の「ツリー法」や「FMM」(高速多重極展開)などのボタンで、等電位面が描かれるが、「電荷位置電位」をチェックすると、各電荷の位置の電位を表形式で表示する。計算精度を厳密計算と詳しく比較する場合に利用する。このプログラムでは処理時間の測定が重要なので、一番下に、画面表示などを除いた処理時間を表示するようにしている。

計算の例として、10,000個の電荷が領域全体に分布している場合の約64,000点での電位の計算を4つの計算法で比較する。計算結果を図2.22a~2.22dに1つの等電位面(この例では-50,000V)として与える。多重極展開は3次の多重極子まで求めているが、電荷から遠方での近似でしか利用できないため、結果は正しくない。ツリー法と高速多重極展開法では、ほぼデフォルトの設定で計算しているが、「多重極次数」を2次までとし、「高速化」の処理を行っている。この電荷数では、ツリー法と高速多重極展開法でさほど計算時間に差はないが、精度においては、局所展開の近似が無い分、ツリー法が上回っている。設定によって、高速多重極展開法では、さらに計算時間を短縮することもできる(我々の計算では約半分程度)。今、電位を計算する地点の数を固定しているが、一般には電荷が存在する位置の電位計算をする場合が多い。そのような場合、電荷数がさらに増えると、高速多重極展開法の計算は有利になる。電荷数に応じて、どんな設定でどのような計算法を利用するのが有利か、今後議論しておく必要がある。

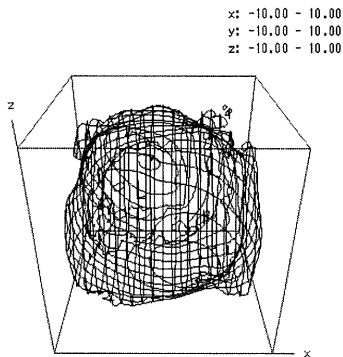


図2.22a 厳密計算 (564秒)

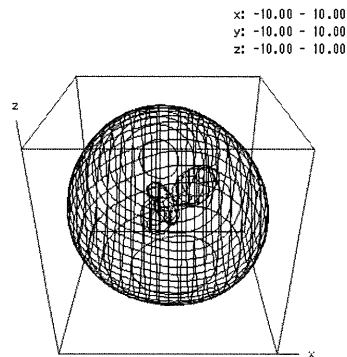


図2.22b 多重極展開法 (5 秒)

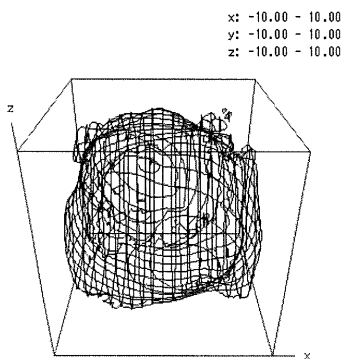


図2.22c ツリー法 (153秒)

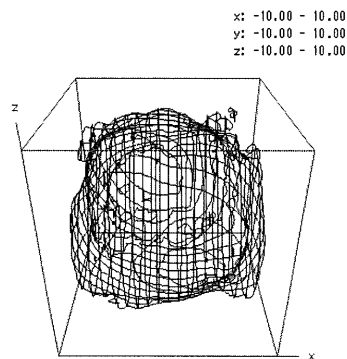


図2.22d 高速多重極展開法 (127秒)

3. 電流と磁場

この章では定常電流によって作られる磁場とその中での荷電粒子の運動について考える。簡易言語を用いて、電流を3次元パラメータ関数によって表し、それによって作られる磁力線や磁場を電流も含めて3Dビューア上に表現する。その際、磁場中の荷電粒子の運動についてもシミュレーションできるようにする。

微小な長さの定常電流のつくる磁場 $d\mathbf{H}$ [A/m]は、以下のBiot-Savartの法則によって与えられる。

$$d\mathbf{H} = \frac{1}{4\pi} \frac{I d\mathbf{s} \times \mathbf{r}}{r^3}$$

ここに、 I [A] は電流、 $d\mathbf{s}$ [m]は電流の微小な長さ、 $\mathbf{r}$ [m]は電流から磁場を作る点への位置ベクトルである。微小な長さの定常電流のつくる真空中の磁束密度 $d\mathbf{B}$ [Wb/m²]は、真空の透磁率を $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ [H/m]とすると、以下となる。

$$d\mathbf{B} = \mu_0 d\mathbf{H} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\mathbf{s} \times \mathbf{r}}{r^3}$$

ここに、ある地点における磁場や磁束密度はこれらの足し合わせによって得られる。

磁束密度 B の空間で、電荷量 q [C]、速度 v [m/s] の荷電粒子に働く力 F [N] は、以下で与えられる。

$$F = qv \times B$$

この章でのシミュレーションはこれらの関係を利用して計算される。

メニュー [分析-教育・科学他-物理シミュレーション-電流と磁場] を選択すると図 3.1 のような実行メニューが表示される。

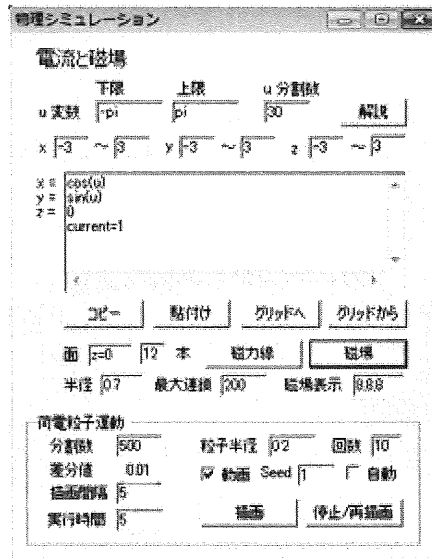


図3.1 実行メニュー

電流は「u変数」で与えられるパラメータによって、パラメータ関数として式入力用のテキストボックスに記述する。u変数の「下限」と「上限」はパラメータの設定範囲、「u分割数」はパラメータの範囲の分割数を表すが、パラメータ関数を分割した微小の長さは電流の微小線分を表す。実行メニューの例は、デフォルトで与えられるもので、後に述べる円形コイルを表す。磁力線や、磁場、粒子の運動の描画範囲は、「x」、「y」、「z」で与えられ、初期値はいずれも-3m~3mとなっている。

磁力線を表示するには、まず描画を開始する「面」を指定する。面は、 $z=0$ のような式で表わすが、磁力線は、その中の描画領域の中央を中心とする「半径」（デフォルトで 0.7）で示される円内でバランスが取れるように $(0.5 \times \text{「半径」})$ のところに本数の 1/3、「半径」のところに残りの本数）開始点が設定される。磁力線の本数は初期設定では 12 本になっている。微小な長さの磁力線の「最大連鎖」はデフォルトで 200、または描画領域外に到達するまでである。以後の図はすべて磁力線のデフォルト値を用いている。

例 1 円形コイル

```
cos(u)
sin(u)
0
current=1
```

これは円形コイルの例である。上から 3 行はパラメータ関数で表わした電流の経路で、
current=1 は電流が 1A 流れていることを示す。メニュー中央のテキストボックスに上の設
定を書き込み、「磁力線」ボタンをクリックすると図 3.2 のような円形コイルの作る磁力
線が表示される。

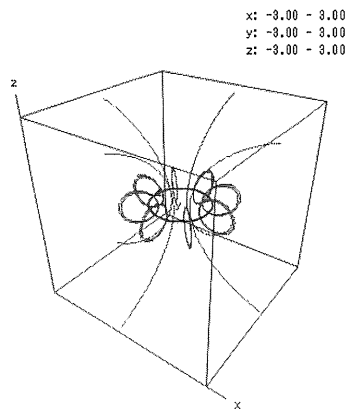


図 3.2 円形コイルの磁力線

図の中心の円は電流を表し、電流の向きは、電流上に矢印で示されている。円形コイル
の場合、本来磁力線は閉じた曲線で表わされるが、ここでは誤差があるため、曲線が少し
ずれている。

例 2 ソレノイド

```
cos(10*u)
sin(10*u)
u/2
current=1
```

これはソレノイドを表している。このコイルの作る磁力線を図 3.3 に表示する。ここ
で、u 分割数は 150 に設定している。

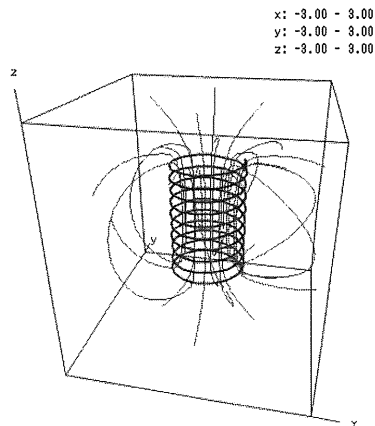


図3.3 バネ状コイルの磁力線

例3 2つの円形コイル

```

cos(u)          -3
sin(u)          3*cos(u)
0               3*sin(u)
               current=1,1
    
```

これは2種類の円形コイルを表している。誌面の都合上2列で書いているが、パソコンでは1列で入力する。電流は上から3行ずつを1組にして、2種類の経路を示している。current=1,1は経路順に、2つの電流の強さを与えている。最後に2つの円形コイルの作る磁力線を図3.4に示す。

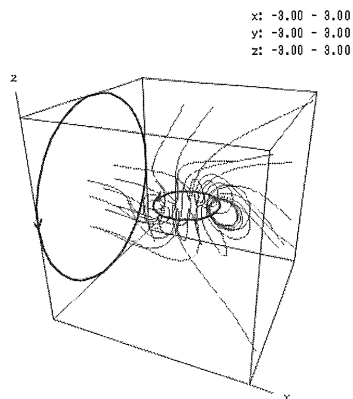


図3.4 2つの円形コイルが作る磁力線

磁場は、領域内でx, y, z軸方向をそれぞれ、「磁場表示」で指定した数で分割して、その分割の中央に表示する。「磁場表示」を8,8,8とした例1の円形コイルの場合の磁場を図3.5aに、描画領域でyを0-0に指定して「磁場表示」を8,1,8とした平面表示を図3.5bに

示す。矢印の中央が磁場を求める点である。

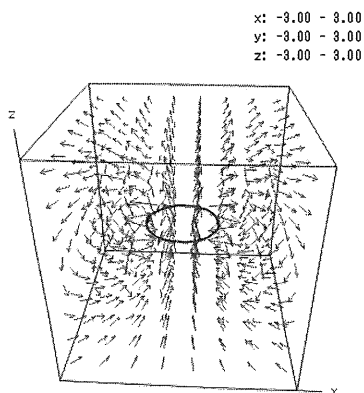


図3.5a 円形電流の磁場

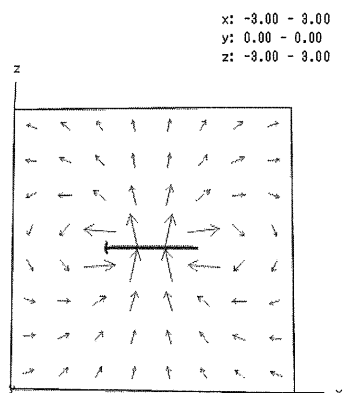


図3.5b 円形電流の平面表示

例4 円コイルの作る磁場中の荷電粒子の運動 1

```
cos(u)           @x=3
sin(u)           @y=0
0                @z=0
current=1        @vx=-2
mass=0.00000001 @vy=0
charge=1         @vz=0
```

これは円形コイルの中を荷電粒子が運動するプログラムである。この荷電粒子の運動を見るためには、粒子の質量と電荷、及び初期位置と初速度が必要になる。最初の4行は電流を表すコマンドであり、「mass=0.00000001」と「charge=1」は、粒子の質量[kg]と電荷[C]を表す。粒子の初期値は、@x=, @y=, @z=, @vx=, @vy=, @vz= の形で入力する。図3.6に上の設定で、「動画」チェックボックスを外し、「描画」ボタンをクリックした結果を示す。画面には粒子の軌道が描かれている。ここで粒子の「粒子半径」は0.2にしている。もちろん「動画」チェックボックスにチェックを入れると、粒子の運動を見ることができる。

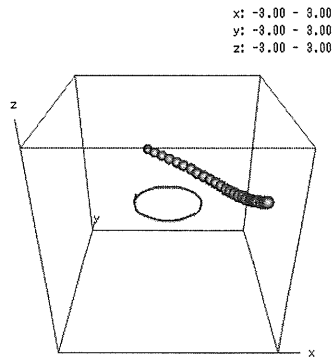


図3.6 磁場中の正電荷の運動

例5 円形コイルの作る磁場中の荷電粒子の運動2

```

cos(u)                @x=3
sin(u)                @y=0
0                     @z=0
current=1             @vx=-1
mass=0.00000001       @vy=0
charge=-1+2*theta(rnd-0.5) @vz=-1+2*rnd
    
```

これは電荷を $\pm 1C$ の乱数で与え、 x 方向から粒子を初速度 $1m/s$ で入射させ、 z 方向の初速度を $-1m/s \sim 1m/s$ の一樣乱数に設定した場合の例である。乱数は「Seed」で乱数のシードを固定したり、「自動」で変動したりすることができる。結果を図3.7aに示す。ここで、電荷が正の荷電粒子は紫、負の荷電粒子は緑で表わしている。荷電粒子が磁場ではじかれている様子がよく分かる。

同様に、 z 方向から粒子を初速度 $1m/s$ で入力させ、 y 方向の初速度を上と同様に変動させた例を図3.7bに示す。

```

cos(u)                @x=0
sin(u)                @y=0
0                     @z=3
current=1             @vx=0
mass=0.00000001       @vy=-1+2*rnd
charge=-1+2*theta(rnd-0.5) @vz=-1
    
```

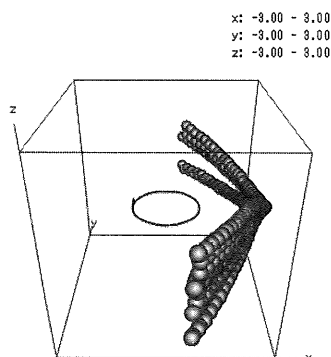


図3. 7a 荷電粒子の軌道 (x方向)

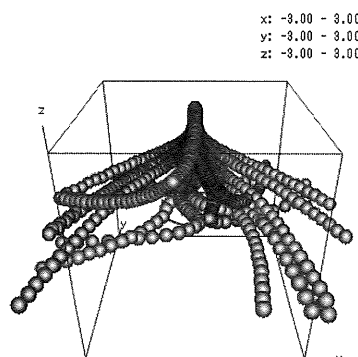


図3. 7b 荷電粒子の軌道 (z方向)

おわりに

我々は、荷電粒子の作る静電場と定常電流の作る静磁場についてのシミュレーションプログラムを作成した。その際、静電場のプログラムでは、3次元空間中に電気力線や電場の方向を描き、等電位面を網状の等高面として表現した。また、これまでの教育用プログラムには見られない高速多重極展開法を体感できる機能も付け加えた。静磁場では3次元空間中に磁力線や磁場の方向を描き、それを作る電流の回路も合わせて表示できるようにした。また、その磁場の中を荷電粒子が運動するシミュレーションも追加した。これらの一連の処理は簡易言語を作って実行できるようにした。

特に電流と磁場のシミュレーションでは、質点の運動のプログラムでも論じた、環境を描くという考え方によって、電流が加えられている。この考え方は、今後のプログラムでも利用する予定であるが、考え方を統合化して、運動の式や環境を表す共通のコマンドを作っておくことはプログラムの効率化に有効である。また、このような考え方は、これまでの教育用物理シミュレーションではあまり使われていないと思われるので、新しい手法として提案する意味があるように思う。3次元の物理シミュレーションはCollege Analysisの3Dビューアを利用するが、今後発展の可能性が期待できる分野である。

力学と電磁気学のシミュレーションプログラムを作成して感じることは、単位系の問題である。力学では、MKS単位系でイメージが湧き易いが、電磁気学ではMKS単位系ではイメージが掴みにくいところもある。例えば、コイルはどうしても机の上の小さなサイズを考えてしまうと、kg単位の質量の荷電粒子は、日常的には殆ど考えない。また同様の理由で（双極子の作る電位が数メートルのところで100V程度になるように）、電場のシミュレーションでは電荷の単位を 10^{-6} クーロンの単位で記述するようにしている。単位は全て共通のMKSにするのが最良であろうが、生活の中でのイメージとのギャップをどのように考えるかが問題であろう。もちろんこのギャップこそが力の大きさを理解するために必要な

ものなのかも知れず、今後設定に変更を加える可能性もある。

参考文献

- 1) 理工系の基礎数学 8 数値計算, 高橋大輔, 岩波書店, 1996.
- 2) 岩波基礎物理シリーズ 3 電磁気学, 川村清, 岩波書店, 1994.
- 3) コンピュータ・シミュレーションの基礎 [第 2 版], 岡崎進・吉井範行, 化学同人, 2011.
- 4) The Rapid Evaluation of Potential Fields in Particle Systems, Leslie F. Greengard, MIT Press.
- 5) College Analysisによる物理シミュレーション1 ― 質点系の運動・惑星シミュレーション ―, 福井正康, 石丸敬二, 福山平成大学経営研究, 第 9 号, (2013).

Physics Simulation in College Analysis 2 **- Charge and Electric Field, Current and Magnetic Field -**

Masayasu FUKUI

Department of Business Administration, Faculty of Business Administration,
Fukuyama Heisei University

Abstract

We have created a unified program named College Analysis on the social system analysis, enhancing the graphics output. In this time, we introduce the programs on the electrostatic field generated by the stationary charges and the magnetic field generated by the steady-state current. In the program of electrostatic field, we included the tree method approximation and the fast multi-pole expansion approximation in addition to the exact calculation. In the program of magnetic field, we added simulation of motion of charged particles in the magnetic field.

Keywords

College Analysis, physics, simulation, electric field, magnetic field, tree method, fast multi-pole expansion

URL: <http://www.heisei-u.ac.jp/ba/fukui/>

福山平成大学経営学部紀要
第9号(2013), 107頁-126頁

社会システム分析のための統合化プログラム20 ー システムダイナミクス・定積分・常微分方程式 ー

福井正康・*石丸敬二・尾崎 誠

福山平成大学経営学部経営学科

*福山大学経済学部経済学科

概要：我々は教育分野での利用を目的に社会システム分析に用いられる様々な手法を統合化したプログラムCollege Analysisを作成してきた。今回は、時間の経過に従って社会システムの変化をシミュレートするシステムダイナミクスと、今後の物理学への応用の準備として、定積分と常微分方程式について基礎的なプログラムを作成した。

キーワード：社会システム分析, OR, 数学, システムダイナミクス, 定積分, 常微分方程式

URL:<http://www.heisei-u.ac.jp/ba/fukui/>

1. はじめに

これまで、我々は社会システム分析ソフトウェアCollege Analysisにおいて、統計学、数学、経営科学、意思決定手法などを中心にプログラムを作成してきたが、今回は、物の流れと相互作用によって様々なシステムの時間的変化をシミュレートするシステムダイナミクスと呼ばれる手法について新しくプログラムを作成した。

システムダイナミクスは1950年代から発展してきたシミュレーション手法で、有益性は広く認識されている¹⁾。ソフトウェアもSTELLA/iThink（以後STELLAと呼ぶ）を代表として、多く提供されており、社会システム分析には欠かせない1分野を形成している。元々この手法は、シミュレーション記述言語によって分析を行っていたが、コンピュータの発達によって、グラフィックによる記述が一般的になり、見た目にも分かり易い表現で分析が可能となった。我々は、このグラフィック表現をグラフィックエディタによって描画することを考え²⁾、College Analysisへの導入を検討した。導入に当っては参考文献1)の

STELLAの画面を参考にしたが、これまでのグラフィックエディタの利用法との相違がないようにした。また、外界を表すクラウドについては、開発当初は導入していたが、グラフィック画面の簡単化のために省略している。

グラフィックエディタにおける画面の構成要素は、ボックスとラインである。そのため、フローとバルブのように一体化した考え方はない。また、ボックス間を結ぶラインは、方向が同じものは1本だけしか定義されない。この点がSTELLAとの最も大きな違いであるが、これはラインの間に節点と呼ばれるボックスを1つ挟むことで解決した。

システムダイナミクスを取り扱う際の、グラフィックエディタでのボックスは、ストック、バルブ、コンバータであり、ラインは、フロー（直線矢印）とコントロール（左右円弧矢印）である。ボックスにおけるデータは、数値や数式の形で、ボックスのvalueの中に保存される。数式の表示では、通常の数学関数の他に、ファイルデータや n 期前のデータなどの参照が可能である。

さて、我々は、従来の分析に加えて、3Dビューアやピクチャビューアが強力な表現手段となるような、物理教育で利用できるシミュレーションプログラムを作成して行くことを決めた。そのための準備として、ここでは数学的基礎となる、定積分と常微分方程式の解法³⁾のプログラムを作り、今後活用できるようにしておきたい。定積分は、1次元と2次元について、常微分方程式は、一般的な2階常微分方程式の初期値問題と2階線形常微分方程式の境界値問題を扱う。方程式の入力は数式をそのまま入力できるようにし、結果の表示は3Dビューアやピクチャビューアを活用して、様々な視点から眺められるようにした。物理シミュレーションそのものについては、この論文のシリーズとは方向性が異なるので、別に新しいシリーズを作って紹介して行く予定である^{4), 5)}。

2. システムダイナミクス

メニュー「分析－OR－システムダイナミクス」を選択すると、図2.1のようなシステムダイナミクスの実行メニューが表示される。

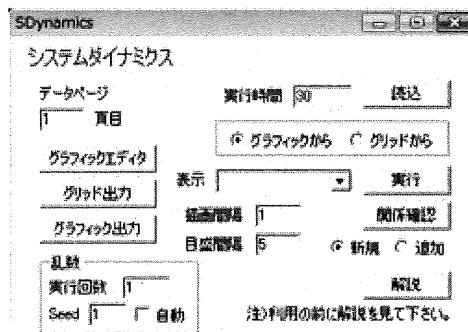


図2.1 システムダイナミクス実行メニュー

最初にこのメニューで「グラフィックエディタ」ボタンをクリックし、グラフィックエディタの機能を活用して²⁾、図2.2のように入力する。

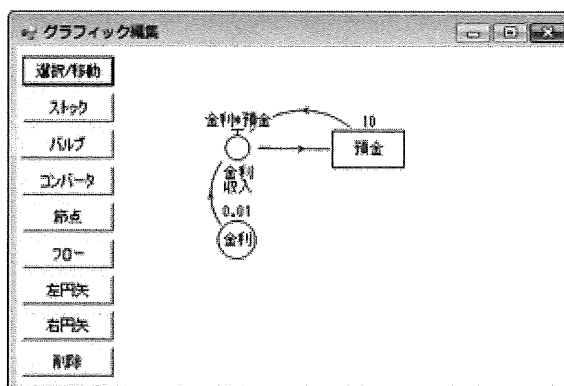


図2.2 グラフィックエディタ画面

描かれた図は金利収入による預金の増加モデルである¹⁾。預金は「ストック」と呼ばれる貯蔵庫、金利は「コンバータ」と呼ばれる影響を表す記号、金利収入は「バルブ」と呼ばれる制御機能を表す記号で表示されている。金利収入から預金への直線は「フロー」と呼ばれ、ものの流れ（この場合は金銭の流れ）を表している。バルブはこのフローを制御している。金利から金利収入、または預金から金利収入への円弧はコントロールと呼ばれ、コンバータやストックから金利収入への影響を表している。図の中では、金利から金利収入への円弧は「左円矢」、預金から金利収入へは「右円矢」を利用している。二つの円弧は進行方向左側の円弧か、右側の円弧かの違いだけで同じものであり、見た目にバランスの取れた方を利用すればよい。

ボックス名の入力にはボックスをダブルクリックし、数値や数式を表すvalueの入力は右クリックで表示されるテキストボックスに入力する。図2.2では、金利のvalueは「0.01」、金利収入のvalueは「金利*預金」、預金のvalueは初期値の10（万円）に設定している。

グラフィックエディタメニュー「表示-ボックス値表示[ON/OFF]」で表示のモードを切り替えると、図2.3のようにボックスの上のvalue値を非表示にすることもできる。通常、システムダイナミクスではONの設定になっている。

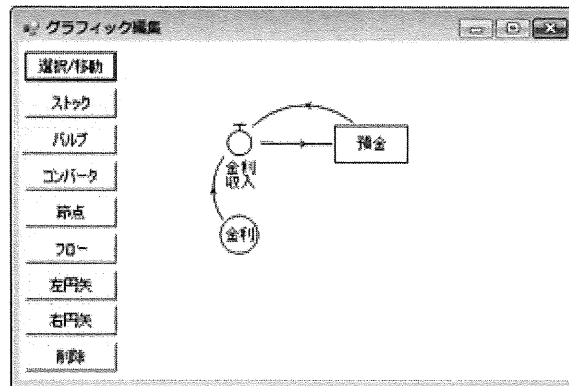


図2.3 ボックス値非表示モード

描画されたデータは、「グリッド出力」ボタンをクリックしてグリッドエディタに保存することができる。分析の実行は、「グラフィックから」、「グリッドから」ラジオボタンで、グラフィックデータを直接利用するか、保存したグリッドデータを利用するか選択する。通常は「グラフィックから」にしておき、必要に応じてグリッドエディタに保存する。新規の場合やデータの構造を変えた場合は、「読込」ボタンでプログラム中にデータを読み込み、「表示」コンボボックスで、出力するデータを選択し、「実行」ボタンをクリックする。データの構造を変えず、valueのみ変更した場合は、そのまま「実行」ボタンをクリックしてもよい。「表示」コンボボックスで預金を選んだ実行結果を図2.4に示す。

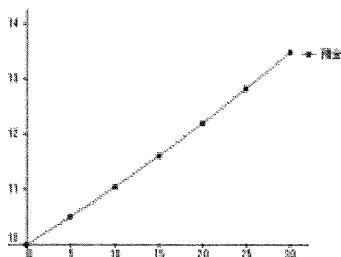


図2.4 預金表示結果

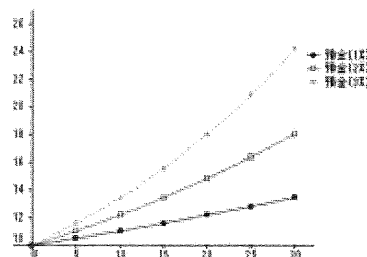


図2.5 金利を変化させた試行

数式や数値の評価で、コンバータとバルブは実行時点で計算を行うが、ストックに関しては、1期前のデータを参照している。これは参照がループに陥るのを防ぐためである。

金利を、0.01、0.02、0.03と変えた場合の比較は、valueを変更しながら、メニュー下の「追加」ラジオボタンを選択してグラフを描画する。その結果を図2.5に示す。ここで凡例は変更してある。

「関係確認」ボタンをクリックすると、図2.6のようなボックス間の関係がまとめて表示される。資料などに使用する際に利用する。

コンバータ：金利 (0.01)
 入力 << なし
 出力 >> 金利収入

バルブ：金利収入 (金利*預金)
 入力 << 金利, 預金
 出力 >> 預金 (フロー)

ストック：預金 (10)
 入力 << 金利収入 (フロー)
 出力 >> 金利収入

図2.6 ボックス間の関係

次はアルコールの吸収・排出問題の例である¹⁾。図2.7aにグラフィックエディタの画面、図2.7bにその画面をコピーしたものを示す。

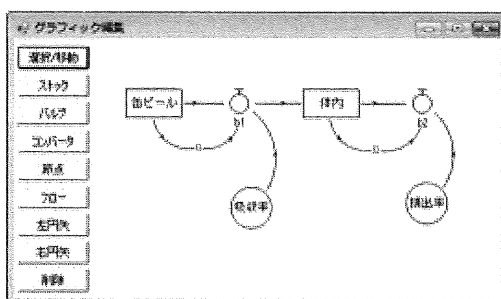


図2.7a グラフィックエディタ画面

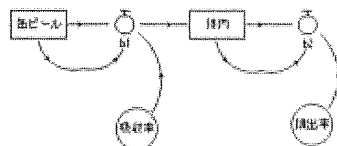


図2.7b グラフィックデータのコピー

これは缶ビールからバルブb1に、体内からバルブb2に、フローとコントロールの2本のラインが入る例であるが、グラフィックエディタの仕様から、同じボックス間に同方向の複数のラインを引くことができず、間にグラフィックエディタの左側にボタンのある「節点」を入れている。節点はコピー画像では消えている。しかし、この節点が気になる場合は、図2.8aのようにボックスの内部に節点を持って行く。コピーすると図2.8bのようにあたかも節点がなかったかのように見える。

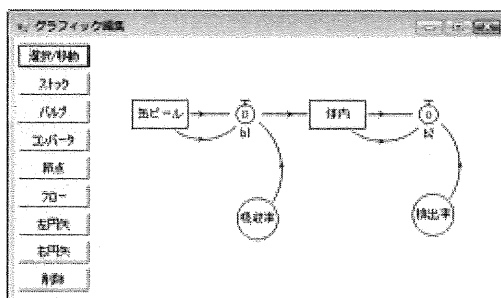


図2.8a グラフィックエディタ画面

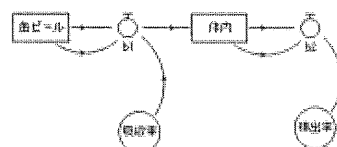


図2.8b グラフィックデータのコピー

図2.9にvalue値を表示したグラフィックデータ、図2.10に「実行時間」を100、「目盛間隔」を10とした実行結果を示す（見易いように、排出率の値は参考文献と変えてある）。節点があっても、それについての設定は不要である。

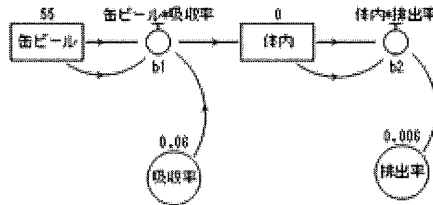


図2.9 value値付きグラフィックデータ

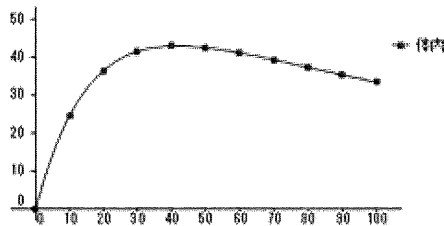


図2.10 実行結果

次にファイルのデータを利用する在庫管理問題の例を考える⁶⁾。この問題はシステムダイナミクスで考えられる。乱数やファイル入力、時間の遅延の問題を扱うには最適である。図2.11がそのモデル画面である。ファイルのデータは出庫データで、このモデルのデータが入っているファイルの1ページ目に図2.12のように含まれている。

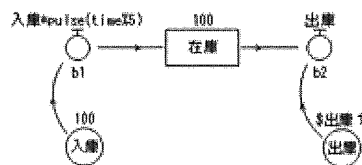


図2.11 ファイルデータを利用した在庫の変化

データ編集 システムダイナミクス3 (在庫管理).bxt

	出庫1	出庫2	出庫3
1	18	34	10
2	17	26	13
3	14	30	14
4	17	24	12
5	19	41	16

1/5 (1.1) 分析: 備考:

図2.12 出庫データ

入庫量は常に100、入庫は5日ごとにする。パルプb1の式「入庫*pulse(time%5)」のtime変数は経過時間で1から始まる。「time%5」はtimeを5で割った余りを表す。pulse(x) 関数は、x=0のとき1、その他のとき0の値を持つ。これを文章で表すと、「時間を5で割った余りが0のときだけ、入庫（100）で表わされる値を在庫ストックに送り込む」ということになる。出庫コンバータの式「\$出庫1」で、変数名の先頭に付いた\$マークは、実行メニューの「データページ」テキストボックスで与えたページにあるデータを参照することを意味する。変数名は「出庫1」であり、経過時間tにt行目のデータを参照する。在庫量のシミュレーション結果を図2.13に示す。

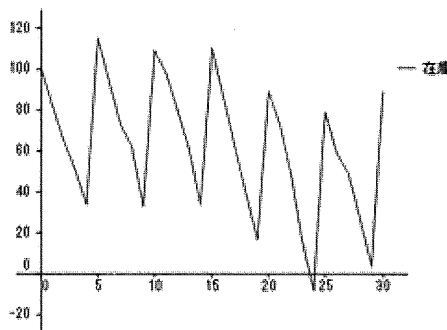


図2.13 在庫量シミュレーション結果

グラフ画面のメニュー「設定-データポイント[ON/OFF]」で、データ点は消してある。次は平均20、標準偏差5の正規分布に従う出庫の場合の、定期発注方式のシミュレーションである。図2.14にモデルを示す。

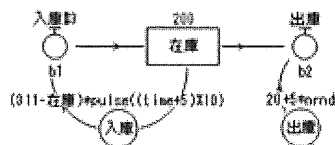


図2.14 乱数出庫の定期発注方式

出庫は「20+5*nrnd」で表されるが、「nrnd」は標準正規乱数であるので、出庫は平均20、標準偏差5の正規乱数データとなる。入庫は10日ごとに発生するようにpulse()関数を用いて設定されているが、その大きさは、最大在庫311から現在の在庫の量を引いたものである。但し、在庫納入はバルブb1によって、入庫発生から3日後となる。b1の式「入庫#3」は3日前の入庫データを参照することを意味する。ストック（在庫）はその1日前の値を参照するので、この式の在庫は4日前の値である。そのため、入庫のリードタイムは4日と解釈される。在庫量のシミュレーション結果を図2.15に示す。

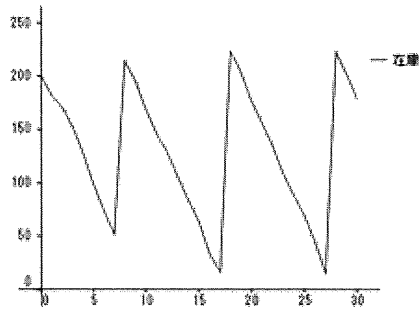


図2.15 在庫量シミュレーション結果

乱数は、図2.1のメニューにあるように、Seedを決めて、同じ乱数系列を発生させることも、現在時刻から自動的にSeedを決めて毎回違う乱数系列にすることもできる。メニューの実行回数は、今後拡張するモンテカルロシミュレーション用に作った部分であるが、現在はまだ使用していない。

定量発注方式の表現は、定期発注方式より少し複雑である。在庫が発注点在庫量（96）より少なくなった時点で発注するので、図2.16の入庫コンバータのような複雑な式になる。theta(x)関数は $x \geq 0$ のとき1、 $x < 0$ のとき0となる関数である。pulse()関数と合わせて使うと、条件文などが表現できるようになる。この式を文で表現すると「在庫量が96より少なく、かつ1期前の在庫量が96より多い時に（初めて在庫量が96を下回った時に）、200単位を発注する」となる。図2.17に定量発注方式の在庫量シミュレーション結果を示す。

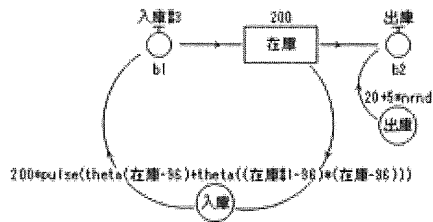


図2.16 乱数出庫の定量発注方式

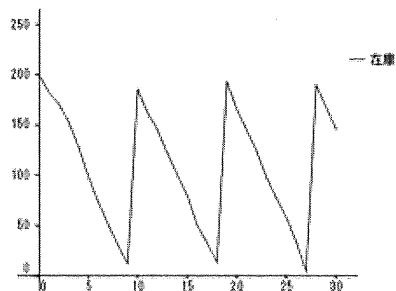


図2.17 在庫量シミュレーション結果

これまではストックに上限や下限を設けていない例を扱ったが、ストックのデータの書式を変えることによって、これを設定できるようになる。例えば、ストックの値として、100;0;200のように、セミコロンで区切ると、初期値100、下限0、上限200となる。また、100;0;や100;;200のように、上限や下限を略すとその部分の制約は付かなくなる。この制約は現在のバージョンでは、単独のバルブを介する場合のストック間に有効で、1つのストックに複数のバルブが繋がった場合の制御はまだ完全ではない。図2.18と図2.19に最も簡単な制約付きストックの例を示す。

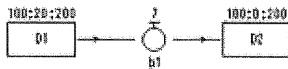


図2.18 制約付きストック

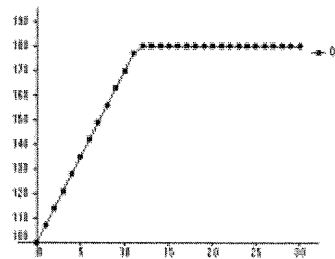


図2.19 制約付きストックシミュレーション結果

3. 定積分

定積分の問題では、不定積分が初等関数で与えられる場合や性質がよく調べられた非積分関数の場合を除き、数値積分が用いられる。数値積分は積分領域を細く区切ってそれぞれの分割領域の近似的な面積の和として結果を与える。分割領域の近似の方法は、それぞれの領域の縁を結んだ台形で近似する方法や2つの分割域の3つの縁の高さを2次曲線で近似する方法がある。前者を台形則、後者をシンプソン則と呼ぶ³⁾。台形則は区間分割数の2乗、シンプソン則は区間分割数の4乗に逆比例して精度が向上することが知られている（実際は計算機の演算誤差の問題もあり厳密ではない）。このプログラムでは、1変量の積分ではシンプソン則、2変量の積分では台形則を利用している。そのため、2変量の場合は分割数を増やして計算することが望ましい。

メニュー「分析—数学—定積分」を選択すると図3.1のような実行メニューが表示される。

図3.1 定積分実行メニュー

1 変量関数の場合は、非積分関数 $f(x)$ の式を「非積分関数」テキストボックスに入力し、 x 座標の積分の下限と上限を記入する。ここで、 y 座標の領域も書くと2重積分となり、意味が異なってくるので注意が必要である。例えば、 $f(x)=\sin x$ とし、領域を $0 \leq x \leq \pi$ (π は π と入力) として、「積分値」ボタンをクリックすると図3.2のように「値」テキストボックスに結果が出力される。

図3.2 設定と積分結果

ここで、上限と下限には $\pi/2$ のような数式も入力可能である。

定積分の領域をグラフで見たい場合、「グラフ」ボタンをクリックすると、領域と数式が入力された図3.3のような1変量関数描画メニューが表示され、そのまま「グラフ描画」ボタンをクリックすると、図3.4のようなグラフが表示される。

図3.3 1変量関数描画メニュー

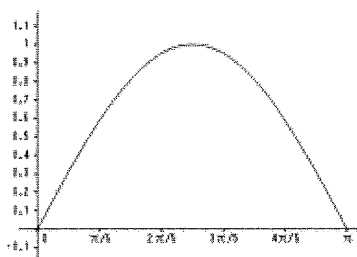


図3.4 1変量関数グラフ出力結果

ここでは、上限と下限に式「pi」を使ったので、x軸の値は π 表示になっているが、一般には数値表示である。

次に2変数の重積分の場合を考える。非積分関数として、 $f(x,y)=\sin(x)\cos(y)$ とし、積分領域を、 $0 \leq x \leq \pi/2$ 、 $0 \leq y \leq \pi/2$ とすると、計算結果は図3.5のようになる。

図3.5 設定と重積分結果

「グラフ」ボタンをクリックすると、重積分の場合は、2変数関数グラフのメニューが図3.6のように表示され、そのまま「グラフ描画」ボタンをクリックすると、図3.7のようなグラフが表示される。

図3.6 2変数関数描画メニュー

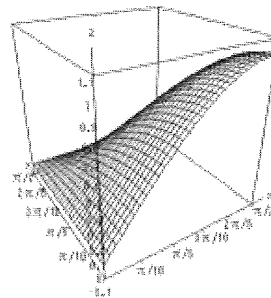


図3.7 2変数関数グラフ出力結果

ここで、定積分メニューの分割数と2変数関数描画メニューの区間分割数とは、前者が積分の際の分割数で、後者が単なる表示用の分割数であることから、言うまでもなく無関係である。

このプログラムでは領域を数式で表わすことも可能である。例えば上のグラフで、積分領域を $0 \leq x \leq \pi/2$ 、 $0 \leq y \leq x$ とすると、積分結果は図3.8のようになる。

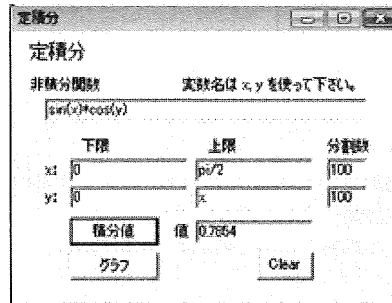


図3.8 積分領域が関数の場合の結果

このグラフの描画には、図3.9のように元の関数に、積分領域でだけ0と定義される $\text{def}()$ 関数が追加され、描画結果は図3.10のようになる。ここで、描画には直接関係がないが、図3.9のようにy軸の積分領域は数値で表示されるので、 π で表示するには下限を0、上限を $\pi/2$ と変更する必要がある。ここで、上に述べた $\text{def}(x)$ 関数は、 x が0以上の時だけ0の値を取り、それ以外は未定義となる関数である。数式の中に未定義の量が含まれる場合、グラフはその部分を表示しない。

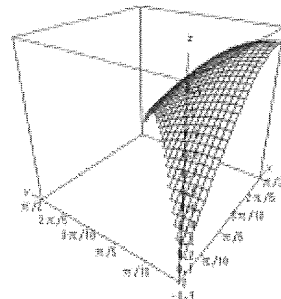
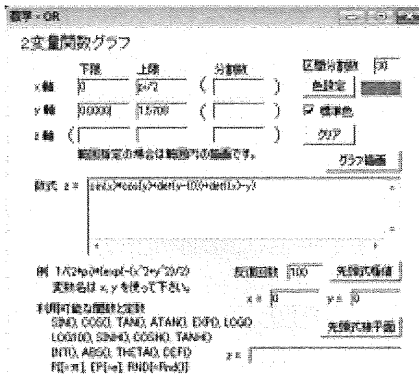


図3.9 積分領域が関数のグラフ表示メニュー 図3.10 積分領域が関数の場合のグラフ

4. 常微分方程式

常微分方程式は、時間変化など、1つの変数による関数の変化の様子を式で表わしたもので、自然科学や工学などで広く利用される。特に重要な2階常微分方程式には、初期値問題と呼ばれる、ある点での関数と関数の微分の値を与えて解を求めるものと、境界値問題と呼ばれる、2つの点での関数の値を与えて解を求めるものがある。我々は2階（または1階）の一般的な常微分方程式の初期値問題と2階の線形常微分方程式の境界値問題を扱うプログラムを参考文献3）に習って作成した。これらの解法のアлゴリズムは多くの応用分野で利用可能であり、今後College Analysisに物理シミュレーションを加えて行く際には必要不可欠である。

一般に、2階の常微分方程式は以下の形に書かれるが、

$$\frac{d^2y}{dx^2} = f\left(\frac{dy}{dx}, y, x\right)$$

初期値問題の場合は、初心者を入力も考えて、より一般に以下の形で入力するようにした。

$$f\left(\frac{d^2y}{dx^2}, \frac{dy}{dx}, y, x\right) = 0$$

1階常微分方程式についても同様である。また、連立常微分方程式も同様の形式で、式を改行して並べて入力する。解はRunge-Kutta法³⁾により求める。

境界値問題の場合は、単独の常微分方程式のみで、以下の線形の形に限定している。

$$\frac{d^2y}{dx^2} + p(x)\frac{dy}{dx} + q(x)y + r(x) = 0$$

解は3重対角行列のLU分解による方法³⁾で求める。

メニュー「分析－数学－常微分方程式」を選択すると、図4.1の実行メニューが表示される。

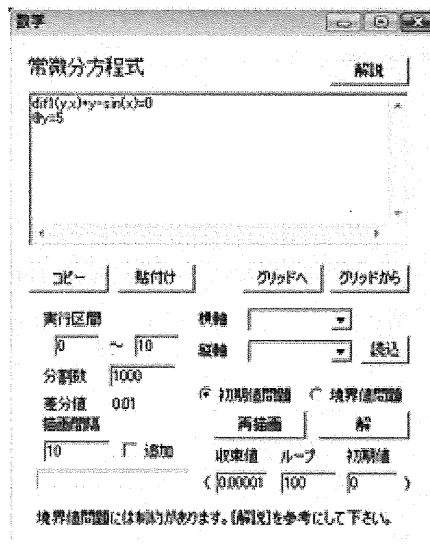


図4.1 常微分方程式実行メニュー

微分の表記法や入力例などは、「解説」ボタンをクリックすると、図4.2のように示される。

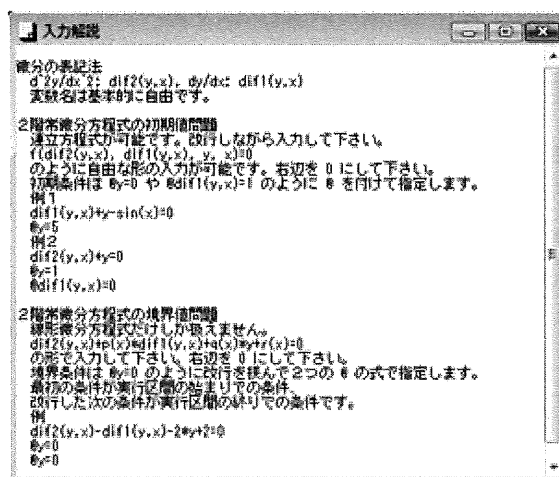


図4.2 解説画面

数式の中で、微分 dy/dx は $\text{dif1}(y, x)$ 、 d^2y/dx^2 は $\text{dif2}(y, x)$ で表わす。初期値問題の初期値は、 $@y=5$ や $\text{dif1}(y, x)=0$ のように表すが、これらは実行メニューの「実行区間」の開始点の値として与えられる。また、境界値問題の境界値も図4.2の下のように、改行しながら、 $@y=0$ や $@y=0$ のように表すが、これはそれぞれ実行区間の開始点と終了点に相当する。初期値問題と境界値問題の切り替えは、実行メニューの「初期値問題」、「境界値問題」ラジオボタンで行う。以後、サンプルとして表示されている以下の微分方程式（初期値問題）を用いて実行メニューの各機能を紹介する。

$$\text{dif1}(y, x) + y - \sin(x) = 0$$

$$@y=5$$

最初にデフォルトの設定で、「読込」ボタンで横軸と縦軸の候補を読み込み、そのまま横軸X、縦軸Yとして、「解」ボタンをクリックし、微分方程式の解を求める。図4.3にその結果を示す。

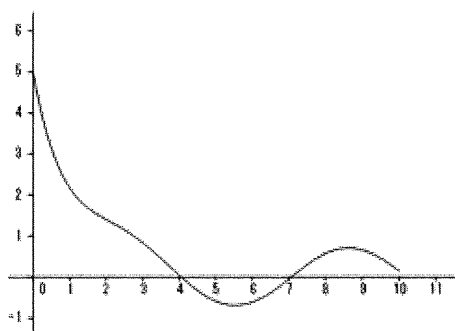


図4.3 X-Yグラフ

数値的な結果を知りたいときは、グラフメニュー「編集—データ表示」を利用する。

解を求める範囲を変更する場合は、「実行区間」に範囲を入力し、計算の精度を高めたい場合は、「分割数」を多くする。デフォルトでは、初期値問題で「分割数」1000、境界値問題で100になっている。「差分値」は実行区間と分割数から、(終了点－開始点)÷分割数で計算され、数値微分の差分値となる。

「描画間隔」は計算した値のうち、何個飛ばしで、グラフに表示させるかを決めるもので、10のときは分割点が0、10、20、… のときに表示し、1のときは計算した点すべてを表示する。初期値問題ではデフォルトで10、境界値問題では1になっている。図4.4に「描画間隔」を100にして解を求めた結果を示す。実行区間が10、分割数が1000なので、表示は間隔1になる。

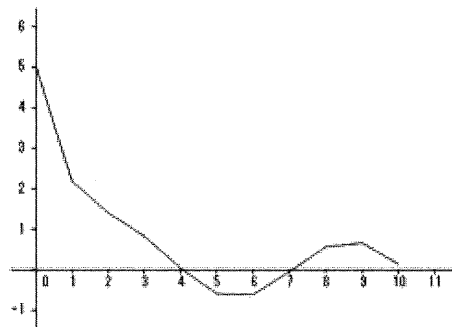


図4.4 描画間隔を変えた表示

描画間隔を大きくするとグラフは粗くなるが、計算精度には影響がない。

次に、以下のような連立1階微分方程式の例を見る。

$$\text{dif1}(y, x) - z = 0$$

$$\text{dif1}(z, x) + y = 0$$

$$@y=1$$

$$@z=0$$

これは、連立1階微分方程式の形をしているが、以下の単振動の方程式と同じである。

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + y = 0, \quad y|_{x=0} = 1, \quad \frac{dy}{dx}|_{x=0} = 0$$

この方程式の場合、関数が2つあるので、軸設定でどちらの関数を表示させるか選ぶことができる。横軸にX、縦軸にYを選択し、「解」ボタンをクリックすると、図4.5aの結果を得る。

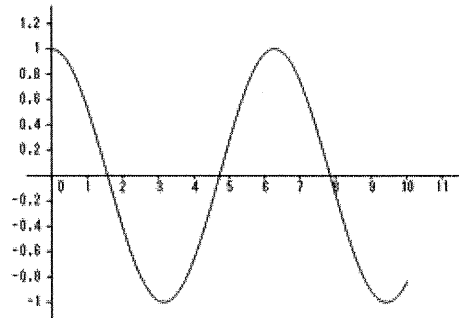


図4.5a X-Yグラフ

軸設定で、横軸にX、縦軸にZを選択した場合の結果を図4.5bに、横軸にZ、縦軸にYを選択した結果を図4.5cに示す。

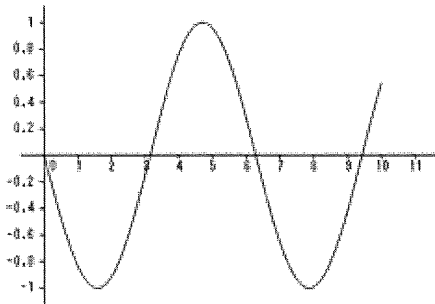


図4.5b X-Zグラフ

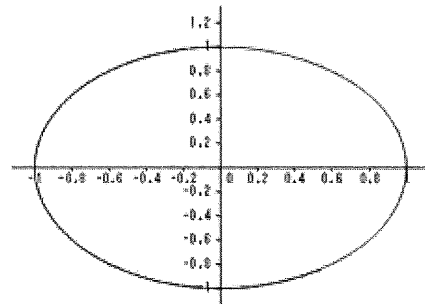


図4.5c Y-Zグラフ

この連立1階微分方程式と同等な2階微分方程式は、以下のように入力される。

```
dif2(y, x)+y=0
@y=1
@dif1(y, x)=0
```

これは解を求める初期段階で、連立1階微分方程式に書き直して計算される。この場合も上と同様、軸設定にX、Y、dY/dX（軸選択コンボボックスではDY_DXで表示される）が選択できる。軸を変えて結果を出力する場合、長く時間のかかる計算など、「再描画」ボタンをクリックすることで、計算を省略することができる。

最後に原点からの太陽の重力による惑星の運動モデルを示しておく。但し、万有引力定数×太陽質量は1に設定している。入力例は以下である。

```
dif2(x, t)+x/(x^2+y^2)^1.5=0
dif2(y, t)+y/(x^2+y^2)^1.5=0
@x=1
@y=0
```

@dif1(x, t)=0.5

@dif1(y, t)=0.5

この問題は精度が必要なので、「分割数」を10000に設定しておく。

横軸にT、縦軸にXを選択し、解を求めると図4. 6a、横軸にT、縦軸にYを選択すると図4. 6bのようになる。

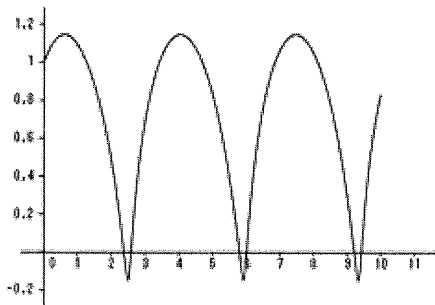


図4. 6a T-Xグラフ

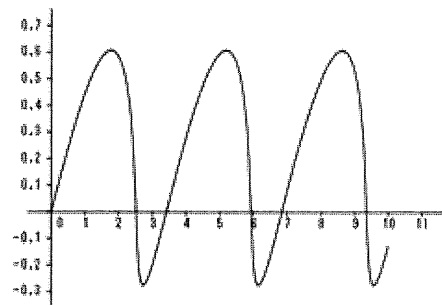


図4. 6b T-Yグラフ

また、軌道を見るために、横軸にX、縦軸にYを選択すると、図4. 6cのような楕円軌道になる。

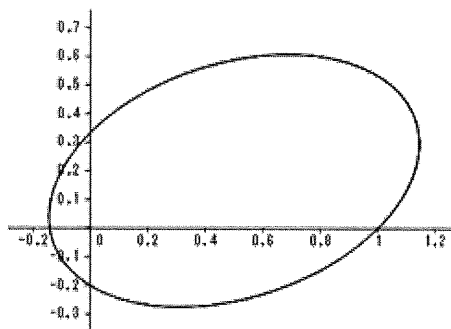


図4. 6c X-Yグラフ

最後に常微分方程式とは直接関係ないが、ケプラーの第3法則（面積速度一定）を見しておくことにする。まず、横軸にX、縦軸にDX_DTを選択して図4. 7aを描き、次に横軸にY、縦軸にDY_DTを選択して図4. 7bを描く。

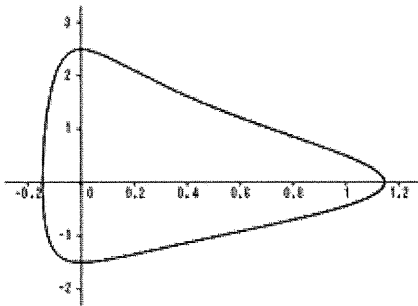


図4.7a X-DX_DTグラフ

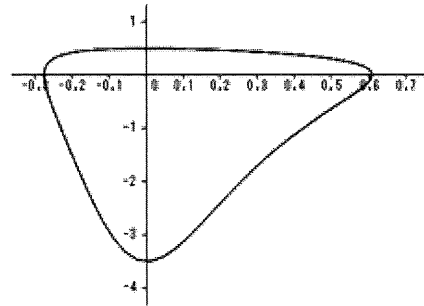


図4.7b Y-DY_DTグラフ

これらのグラフメニュー「編集－データ出力」で、各時点のデータを出力し、Excelにコピーして（ここでは、時間の部分もコピーしておいた）、面積速度 $(xv_y - yv_x)/2$ を計算する。その結果を図4.8に示す。結果は右端の列のように 0.25000 ± 0.00001 になり、面積速度は一定であることが示された。

F2		A		B		C		D		E		F	
1	T	X		DX/DT		Y		DY/DT		(x*yv_y-x/2)			
2	0	1		0.5		0		0.5		0.25000			
3	0.01	1.00495		0.48005		0.005		0.499975		0.25000			
4	0.02	1.00980		0.480196		0.009999		0.499902		0.25000			
5	0.03	1.01455		0.470438		0.014998		0.499782		0.25000			
6	0.04	1.01921		0.460772		0.019995		0.499615		0.25000			
7	0.05	1.02377		0.451195		0.02499		0.499404		0.25000			
8	0.06	1.028235		0.441705		0.029983		0.49915		0.25000			
9	0.07	1.032605		0.432302		0.034973		0.498854		0.25000			
10	0.08	1.036881		0.42298		0.03996		0.498516		0.25000			
11	0.09	1.041064		0.41374		0.044943		0.498139		0.25000			
12	0.1	1.045156		0.404578		0.049922		0.497722		0.25000			
13	0.11	1.049156		0.395493		0.054897		0.497268		0.25000			
14	0.12	1.053066		0.386482		0.059868		0.496776		0.25000			
15	0.13	1.056886		0.377544		0.064833		0.496246		0.25000			

図4.8 面積速度一定の検証

このプログラムでは、微分方程式の書き方を、右辺が0の形式以外は限定せずに計算しているため、計算時間が長くなっているが、予め書式に制約を付けることによって高速化することは可能である。

5. おわりに

システムダイナミクスについては、基本的枠組みを作成したが、使い易さにはまだ難がある。実際、少人数の授業で試したが、利用者の数式の入力に間違いが見られる。数式の間違いで多いのは、半角と全角の間違い、左括弧と右括弧の不一致、ボックス名の間違いなどである。前者2つについては、プログラムの中で確認するようになっているが、後者については、「関係確認」ボタン以外に間違いを見付ける機能はない。変数名を選択式にすることが最良と思われるが、これは今後の課題である。システムダイナミクスのプログ

ラムの機能を向上させるには、できるだけ多くのモデルを作成して、経験から学ぶ以外にないように思われる。

定積分は、これまで我々が作ってきた社会システム分析のプログラムの中に出て来なかったが、統計学における密度関数からの平均や分散の計算や今後取り組む物理シミュレーションには必要不可欠である。また常微分方程式の解法は、運動方程式を取り扱うプログラム^{4),5)}の必須知識であり、2階常微分方程式を詳しく見ておくことは特に重要である。運動方程式は形が決まっているので、ここで行ったような文字列の数式を処理する必要はない。そのため処理速度は向上し、例えば10個程度の質点の運動なども取り扱うことができる。この論文で説明した定積分と常微分方程式のプログラムはあまり実用的とは言えないが、シミュレーションプログラムを学ぶ際には避けて通ることができないものである。

参考文献

- 1) シミュレーションによるシステムダイナミクス入門，土金達男，東京電機大学出版局，2005.
- 2) 数理系教育ソフトウェアにおける汎用グラフィックインターフェースの提案，福井正康，石丸敬二，尾崎誠，日本教育情報学会誌「教育情報研究」，第27巻，第4号，(2012) 55-66.
- 3) 理工系の基礎数学8 数値計算，高橋大輔，岩波書店，1996.
- 4) College Analysisによる物理シミュレーション1 - 質点系の運動・惑星シミュレーション -，福井正康・石丸敬二，福山平成大学経営研究，8号，(2012).
- 5) College Analysisによる物理シミュレーション2 - 電荷と電場・電流と磁場 -，福井正康，福山平成大学経営研究，8号，(2012).
- 6) 社会システム分析のための統合化プログラム15 - 品質管理・在庫管理シミュレーター -，福井正康，付鴻鵬，魏巍，奥田由紀恵，細川光浩，福山平成大学経営研究，7号，(2011) 129-150.

Multi-purpose Program for Social System Analysis 20 - System Dynamics, Definite Integral, Ordinary Differential Equation -

Masayasu FUKUI, *Keiji ISHIMARU and Makoto OZAKI

Department of Business Administration, Faculty of Business Administration,
Fukuyama Heisei University

* Department of Economics, Faculty of Economics,
Fukuyama University

Abstract

We have been constructing a unified program on the social system analysis for the purpose of education. This time, we created a program on system dynamics which simulates the changes in the social system by the time series. In preparation for physics simulation, we also made basic programs on the definite integral and ordinary differential equation.

Keywords

College Analysis, social system analysis, system dynamics, mathematics, definite integral, ordinary differential equation.

URL: <http://www.heisei-u.ac.jp/ba/fukui/>

福山平成大学経営学部紀要
第9号(2013), 127頁-145頁

あきんどスシローの海外進出と知識移転

白 貞壬*・徐 ウンジ

福山平成大学経営学部経営学科

*流通科学大学商学部

要旨:本研究では、日本の回転寿司業界における最大手企業であるあきんどスシローの設立から海外進出までの成長が追跡されている。成長には海外進出が要求されると同時に、海外進出および国際的知識移転をうまく果たすために日本と変わらない品質の均一化が要求される。ここで本稿は、海外においても国内と変わらない品質を維持するための経営陣の行動に着目している。とりわけ、スシローのリーダーシップ、そしてリーダーとしての行動から、Darling (1999) のいう顧客への思い (care of customers)、製品イノベーション (product innovation)、そして従業員への動機付け (committed people) が確認される。

目次:

1. 日本の回転寿司業界
2. 成長の軌跡
 - 2.1 店舗開発
 - 2.2 新技術の導入
 - 2.3 商品開発
 - 2.4 原材料調達網の整備
 - 2.5 海外進出
3. 回転寿司最大手企業の国際化
 - 3.1 リーダーシップと人材育成
 - 3.2 パートナーシップと知識移転
4. 最後に

1. 日本の回転寿司業界

右肩下がりのお食業界において、回転寿司市場は数少ない成長分野といわれている。回転寿司業界大手3社の売上高は、ここ10年で600億円から2600億円へと4倍以上に急伸している¹。「カッパ」、「スシロー」に「くら寿司」を加えた大手3社で回転寿司市場の5割近いシェアを握るまでに成長してきているが、3社の店舗が競合する地域は増加し、さらに外食産業で数少ない成長分野に目を付けた大手外食チェーンから出店攻勢をかけているのが現状である。この中で、これまで回転寿司市場を成長させてきた「1皿105円」、「タッチパネル」²、「高速レーン」³という武器だけでは、他社との違いを打ち出すのが難しくなっている。

実際、10年通期で業界首位を守っていたカッパ流の値下げ戦略と正反対に、質を重視した商品開発で値打ち感を訴求したスシローは、2011年に回転寿司業界でのシェアが20%に達し、2010年4月から2011年3月までの1年間の売上で、業界トップに躍り出た⁴。回転寿司最大手であったカッパ・クリエイトは他社に先駆けて105円という低価格を打ち出し、さらに、2010年10月から12月にかけて通常の105円からまた平日90円への値下げによる集客を狙っていたが、業績は伸び悩んでいた。しかし、あきんどスシローは低価格競争に巻き込まれず、一足先にトロや旬のネタを充実するなど素材重視の戦略を展開し、集客、売上高ともに前年同月を上回る好調を持続していた。そのため、カッパ・クリエイトは再び低価格路線を見直し、後発者と同様に寿司ネタに比重を置いた品揃えで、浮上のきっかけをつかもうとしていた経緯がある⁵。

回転寿司で売上高業界第2位の「スシロー」を展開していたあきんどスシローは、素材重視への転換とともに、商品ごとの単品管理などの情報技術をいかした分析や予測に基づき、素材重視戦略の仕組みづくりを進めていた⁶。まず、セントラルキッチンをもたずに店舗で調理し、ネタを質のいい状態で提供していること、他のチェーンの原価率（40～45%）よりも、スシローのそれが約50%と高いこと、最後に、元すし職人だった社長は仕入れに際して、玄人の目で判断しているため、必然的にネタがいいという素材重視の基本原則にこだわっていた。

しかし、原価率が高く、店内調理のために雇う人数も多いことから、スシローはいかにして利益を出すことができたのか⁷。

本論文では、インタビュー調査の内容と2次データを利用して、日本の回転寿司業界の最大手企業であるスシローの成長の軌跡を回覧し、いかなる差別化戦略を構築していき、海外にまで店舗を拡大するようになっていたのかについて分析することを目的とする。それを通じて、あきんどスシローの競争優位の源泉が明らかにされる。

表1 回転寿司チェーン大手3社の概要

店舗名と店舗数	スシロー (279店、7月末)	「かっぱ寿司」 (366店、7月末)	「くら寿司」 (255店、7月末)
1号店	1984年6月、大阪府豊中市	1979年8月、長野市	1977年5月、堺市
主な出店地域	関西、首都圏、中部地域が中心	関東・中部・東北地域などが中心	関西、首都圏、中部地域が中心
海外出店(国)	2011年12月9日(韓国)	2009年(韓国)	2009年(米国)
概要	個人のすし店が発祥。創業者兄弟が「スシロー」と「あきんど」の名称で別々に展開していた会社が99年に合併。現在は投資ファンドのユニゾン・キャピタル傘下	店舗面積約460平方メートルで168席が標準店で、タッチパネルですしを注文したり、すしを高速で運ぶ特急レーンを完備する	田中社長が調味料メーカーを退社して開いた個人のすし店が発祥。105円均一の「くら寿司」のほか、1皿105円～315円の高級業態「無添蔵」を4店舗運営する
売上高(連結)	2009年9月期744億円(前期比17%増)	2010年2月期876億円(前期比13%増)	2009年10月期646億円(前期比15%増)
経常利益(連結)	同22億円(同25%減)	同54億円(同4%増)	同45億円(同78%増)
本社所在地	大阪府吹田市	さいたま市	堺市

出所：『日経流通新聞』2010年8月20日付より筆者加筆修正

2. 成長の軌跡

2.1 店舗開発

あきんどスシローは、大阪・阿倍野で創業者の清水義雄氏の寿司屋「鯛すし」を営んでいた兄弟2人が立ち上げた企業である。最初は、オーナー経営で「これからは自分で生きていけ」と、「味がよければ客は来る」といった職人気質が抜け切らなかった⁸。いい商品を出せば口コミが生まれ、顧客はついてくるとの考えが支配的であった。1984年に株式会社すし太郎を設立し、2000年12月には社名を株式会社あきんどスシローに変更した。現在の社長や副社長も創業者2人の弟子の職人で、経営のノウハウがもともとあったわけではない。店の内外装を含めて、新しい設備に投資するよりも、原価率を上げて顧客に還元するべきだという考え方が蔓延していた。

しかし、オーナー経営に不安を抱えていた時に、教わる場所があれば素直に受け入れようという考えで⁹、2007年8月にユニゾン・キャピタルと資本業務提携し、その後傘下に入った。それ以来、投資ファンドユニゾンはあきんどスシローの本社機能を含め、組織体制を強化することを支援してくれている¹⁰。そうした「寿司原理主義」一辺倒から脱却したのは、投資ファンド、ユニゾン・キャピタルの傘下に入った2007年以降のことである。顧客サービスのあり方を見直し、全店にタッチパネルを導入し、現在の原価の高さと効率の高さを両立する経営に主力している¹¹。

大手3社の店舗数は5年前に比べて約6割増えた。各社とも集客が好調で出店拡大を目指すなかで、新たな出店地域の開拓が必要となってきた。回転寿司は郊外の幹線道路沿いに出店するのが普通であったが、大手各社の出店競争の結果、出店に適した立地は乏しくなりつつある。2010年4月に、大阪府吹田市に初めて開いた、駐車場をもたない都心型店舗の新規開発に成功した。都心型店舗は時間帯や曜日にかかわらず、安定した集客が可能であり、郊外につぐ出店地域の柱に育てるための新規店舗形態である¹²。

スシローの強力な競合他社であるカップパ寿司の場合、そもそも全皿100円の戦略でなかったものの、全品100円ですすようになってから来客数が3から5割増え、店舗面積を広くして機会損失をなくした。なお、テーブル席を増やした店舗では、ファミリー客や女性のグループ客、お年寄り客が増えた¹³。一店舗当たりの年間売上高は、スシローが2億600万円で、業界最大のライバルであるカップパ・クリエイトの2億円を上回る状況である¹⁴。

従来のスシローの店舗は、120坪（約396㎡）程度のロードサイド型が基本であったが、少子高齢化が進む国内市場において、郊外は今後、一層の人口減少が見込まれている。他方、東京を中心とする首都圏は人口増加が続いている。2012年9月期中に、ビルイン型や60坪（約198㎡）程度でも出店可能なビジネスモデルの構築を目標にしている¹⁵。

2.2 新技術の導入

回転寿司の最大の欠点は、どのネタがいくつ売れたのかといった単品管理が難しい点にあった。つまり、時間が経過し鮮度が落ちた寿司を破棄するのも、現場責任者の感覚によるもので、どの寿司ネタを何皿分捨てたのかさえ不明確であるため、顧客の需要を把握するのが最も厳しい業界である。さらに、素材重視のスシローでは、高い原価率と人件費のため、利益を出しにくい高コスト構造になっていた。そのため、スシローは他の部分で徹底的に効率を追求せざるを得なかった。

他の回転寿司チェーンの場合は、POSレジを入れても皿の枚数でしか商品を管理できないことになっているのに対し、あきんどスシローの場合は、「データ重視」経営を強化している。しかし、すし職人の心意気を保ちつつ、「感覚重視」経営を3割は残しておくのがスシローの大きな特徴といわれている。そこにセントラルキッチンを持たない、また

タッチパネルの導入が同業他社より遅れていた理由がある。スシローでは「切りたて」、「作りたて」を提供するために、店内加工をしている。シャリも鮮魚も店で全部仕込んでいる。そのため、原価率も人件費も高くつくが、従業員の発想力とデータ分析をバランスよく生かすことで、利益を出せる仕組みを築いて顧客満足度を高め、業績を伸ばしているのがスシローである¹⁶。

一方で、スシローではタッチパネルの導入が遅かったが、ICチップを使い、商品管理システムの導入には同業他社より早かった。スシローのICチップを使った商品管理システムは、商品を投入してから一定以上の時間が経過した皿を廃棄するために、QRコードを使った商品管理システムをもつ同業他社と大きく異なっている。

スシローが2002年2月に開発した世界初の「回転すし総合管理システム」は、時間ではなく、ICチップで距離を測りながら皿を管理することである。例えば、マグロと書かれたICチップ付きの札を先頭の皿に乗せ、その後ろにマグロのすしの皿を流せば、レーン上にあるセンサーを通った時にマグロのすしだと識別し、次のセンサーのところでは何皿売れたかが分かる。皿が何メートル回ったら廃棄するかまで登録しておき、光りものは乾きやすいから早めに廃棄するなど、すしの種類ごとに細かく設定している¹⁷。そうすることによって、レーン上にあるネタをリアルタイムでモニターに表示し、古くなったネタは自動で破棄するという単品管理システムとなっている。このデータを基に、ネタの名前入りの「サンプル札」を流す数も工夫しつつ、客の手が思わず伸びる魅力的なレーンを日々、目指している¹⁸。この仕組みにより、スシローでは同業他社と違ってどの時間帯にどのネタが何皿売れたかを記録できるのである。

スシローでは、その管理データを基に単品ごとの販売実績を出し、データベース化している。そうすることで、どのネタをどれだけ仕入れるか、何をいくつ売れば利益目標に到達するかといった販売や収支計算の先読みを可能にしている。そして、このデータなどを基に、厨房の高い場所に置かれている「供給指示システム」が従業員に対し、どのデータを作るのかといった指示を出す。レーンに流すネタは、来店客の滞在時間や客層によって刻々と変わる。供給指示システムは店の入り口にある来店客用タッチパネルと連動しており、どのタイミングで、どの席に、どんな年齢・性別の客が座ったかが自動的に反映される。それらのデータと、単品ごとの販売実績から得られたデータベースの内容を掛け合わせ、1分後と15分後の店内の状況を予測し、今、レーンに流すにはどのネタが最適か、どのレーンに何皿すしを流すべきかといった細かな指示を自動的にディスプレイに表示する。

たとえば、入店したばかりの客は、一番人気のマグロや脂の乗ったすしネタを希望する可能性が高い。そこで入店すぐの客が多く集まるレーンには、中トロやハマチなどを多く流す。定番商品をひとしきり食べた客には、スシローの強みの一つである創作すしなどで興味を引き、皿に手を伸ばすよう仕掛ける。1分後と15分後を見越しながら準備すること

で、ネタの仕込みすぎやすしの廃棄ロスの削減などにつなげることができる。入店から30分以上が経ち、すしを取る速度が遅くなっている顧客のいるレーンには、パフェやケーキといったデザートメニューを流し、別腹需要を掘り起こしている。

スシローでは店舗従業員の9割以上がパート社員により占められている。供給指示システムがあるということで、モニターを見れば誰でもどのネタを何皿流せばいいのかを瞬時に把握し、対応できるという。これらの単品管理システムが、原価率のコントロールと廃棄ロスの削減、ひいては同業他社に対する価格競争力の維持につながっている。また、日々のデータが蓄積されるほど、需要予測の精度が高まるようになっている。

以上は『日経情報ストラテジー』（2011年2月号）と『Associé』（2001年8月2日～16日号）を基に記述されているが、そこではゼロから開発したスシロー独自の管理システムは、レーンにあるすしの把握から在庫管理、顧客ニーズへの対応に至るまで、多方面において回転寿司ビジネスを支えているという。そういう意味で、同社では独自の管理システムを「総合」管理システムと呼んでいる。

2.3 商品開発

来店客の数多くの顧客情報をデータベース化するのは、最適なネタを見極め、タイミングよくレーンに流すための重要な作業である。しかし、データベース化より重要なのは、それを冷静に分析するための解析力である。そこで必要なのは、時間帯などによって変化する客層に対応しながら、季節感やバラエティーを出しつつ、しっかり利益も出せるような商品開発力の強化である。

実にスシローでのすしネタは80種類以上もあり、中には創作料理も多く、最近はすしの創作に力を入れている。なるべくバラエティーを増やすため、週に3回ある食材の発注では、様々なものを多く仕入れる。顧客に手が伸びるレーンにするためには、バラエティー豊かに、大量のサンプル札も組み合わせ、思い切ったたくさんのネタを一気に流したりする。

一方で、他社にはない創作すしネタの開発に一助しているのは、すし職人出身の豊崎賢一社長である。豊崎社長は率先して厨房に入り、業界の料理人とのコラボレーションで寿司を進化させている¹⁹。たとえば、バーナーで表面をあぶったり、オリーブオイルを使ったりする商品の開発など、「調理に手間かけたメニューの開発には、職人がすしを握るすし専門店が起源のスシローならではの発想が生きている」²⁰。誰も手を付けていなかった食材を安く仕入れて、「回転寿司にこだわらず、新しい食べ方を提案すれば国内で伸びる要素はある」と豊崎社長は信じていると言う²¹。

2.4 原材料調達網の整備

スシローの大きな強みはすしネタの質の高さにあるには間違いないが、スシローの原価率は約50%と他社より高い。来店客が食べれば食べるほど赤字が膨らむネタもある。スシローは創業以来、価格の安さよりも「うまいもの」を提供することに力を注ぎ続けてきた。豊崎賢一社長が仕入部長を兼ねているのも、2004年にセントラルキッチンを廃したのも素材重視と感覚経営の基本原則を徹底にしていることの象徴ともいえよう。すしの原材料である鮮魚類の仕入れの現場には、豊崎社長が自ら乗り込み、ネタの品質から価格交渉にまで関与している。

多店舗展開している外食チェーンにとって、セントラルキッチンは一般的に品質の均一化や経営効率の効果が高いとされている。そのため、カップパの場合、「寿司ネタを冷凍のまま仕入れ、上尾市の工場で加工して店舗に納品する。工場の加工では、仕入れ先から小さめに納入してもらい、作業を減らすとともに廃棄を押えている。たとえば、マグロでは一回のカットで済むようにしている。これらの積み重ねで廃棄の割合は約5%とこの5年で1ポイント以上低下した」²²という証言からもわかるように、一般的な低価格店はセントラルキッチン（集中調理施設）で魚をさばくことで店の従業員を減らして低価格を実現している²³。

一方、スシローでは、マグロをはじめとする鮮魚を店内でカットし、すしネタを切り分ける。ご飯を炊くのも、シャリ作りも各店舗の厨房で行う。店内加工に力を入れる分、1店舗当たりのパート社員の数は他社より多く、売上高に人件費率も高い。

しかし、赤字覚悟で良質なすしを提供するばかりでは、経営は成り立たない。すしネタの質の高さだけがスシローの強さの秘密ではなく、高い原価率を維持する裏には、2007年に業務提携し、スシローにすしネタを卸している極洋の存在も大きい²⁴。すしネタの鮮度を重視するため、廃棄ロスを最小限に食い止めるためのもう一つの仕組みが、上記で述べられたように他社に先駆けて導入した「回転寿司総合管理システム」である²⁵。

また、スシローでは、従業員の店内調理にこだわり続け、低価格路線に走っている店との違いを維持しようとしている。しかし、それは店に従業員を多く配置することで人件費は高まるが、客の回転率を上げ、売上を増やす仕組みをつくり出しているのである。来客数を増やせば売上は上昇し、高利益をうみ出すことができるのである。

2.5 海外進出

日本国内の回転寿司市場の飽和化状態をにらみ、スシローはアジア進出で世界一の回転寿司チェーンになる目標を掲げている。スシローの海外出店1号店は「スシローコリア001チョンノ店」で、2011年12月9日に韓国・ソウルに誕生した。韓国は魚の生食文化があり、市場規模が大きいと、日本国内と変わらず、韓国でもうまい寿司を腹いっぱい提

供したいと思った日本回転寿司最大手のスシローは、幅広い韓国人客層の利用を見込んでいる。日本国内では家族層を狙い、郊外店を多く出店しているが、韓国では若者が集まるソウル中心街に海外1号店をオープンしたのである。同社では、2018年までに韓国で80店舗を展開する予定で、中国進出も検討中である。

表2 日本の外食チェーンの国内外店舗数および国際化度（2011年12月現在）

	吉野家	モスバーガー	サイゼリヤ	和民	大戸屋
国内店舗数	1170	1368	902	636	250
海外店舗数	488	269	100	54	59
海外比率	約 29%	約 16%	約 10%	約 8%	約 19%

出所：『ガイアの夜明け』2011年12月13日火曜日放映分より引用

韓国においても日本の本場のすしは人気があるが、価格が高いため、「回転寿司店には高級車で乗りつける客ばかり」であると、スシロー豊崎社長は表現している。現在、韓国回転寿司市場は現地資本が十数店舗と、日系2社が数店舗を営業している程度である。スシローは低価格高品質ならば、会社員や家族連れなど幅広い客層に受け入れられると判断した。

2011年4月に設立したスシローコリアは、現地の情報を把握しており、リスクを抑えることができるということで、以前、アメリカ食文化を韓国に紹介・普及させたアウトバック（OUTBACK）の元社長が現地パートナーとなっている。

マグロやサーモンなどの主なすしネタは海外の各産地から韓国へ直接輸送し、一部を日本から輸出する。食材の面では日本からの調達を考えていたが、それは東日本大震災に伴う物流や食品調達の問題より韓国の消費者に抵抗をもたせることを考え、海外から代替品を調達することにしたのである。

韓国においてもナショナル・チェーンとして成長させるためには、いいネタをどれだけ安く仕入れるかがカギとなる。同社の集中出店地域であるソウルには、大規模な鮮魚市場（いわば、ノリャンジン市場）の存在もあり、そこでは確かに食材としては品質も良く、日本より3割安いという。しかし、すしにはまぐろのサプライヤーが欠かせないが、韓国のサプライヤーは日本ほどの加工技術をもたないため、加工段階で鮮度をかなり落としてしまうのが第一の問題であった。日本には世界のよいものが集まるが、輸入された食材を日本国内から調達しようとする、二重関税が発生してしまうため、コストが余計に高くなる。

そこで海外事業部の責任者である小河氏は、海外初店舗の開店に当たって、韓国に必要なすしネタを20%も高い関税を支払わずに安く供給することを大きな課題として抱えて

いた。小河氏は高い関税問題を解決するために次のような大胆な決断を下すようになった。

小原氏は、韓国で使う食材メーカーを探しにタイのバンコクから車で4時間離れているタイのチャンタブリという地域を訪ね、年間世界24カ国に輸出している実績をもつメーカーと交渉を行った²⁶。タイから韓国への関税はそれほどかからないが、そのメーカーは韓国に直接輸出した経験がないため、スシローがまとまった量を買ってくれるという条件で商談が成立した。

しかし、輸出は思うとおりにうまくいかず、韓国1号店の開店直前に起きたタイの洪水で、送られたものがすべて届かない事態が発生した。エビなどの輸入がストップし、結局、高い関税がかかっても日本から他の食材と一緒に仕入れるしかなかった。

第2の問題は、韓国現地の従業員が日本のすしの味を知らないことであった。彼らに味をしっかりと覚えてもらうため、包丁を使つての実践をしてもらい、時間がないなかで、数をこなすことで覚えていくようにした。また、日本の豊崎社長が来日して驚いたのはバラエティーのないメニューの乏しさにあった。日本でのメニューは80種類以上あるのに、韓国では40種類しかない。そこですし職人出身の社長は前掛けをし、厨房に入り、あつという間に多くの新メニューを誕生させ、商品のバラエティーを付け加えていたのである。高級感が漂っている韓国第1号店の134席の店内は、カウンター席なしで厨房が見えるようになっている。注文はタッチパネルで、商品は日本とほぼ同じメニューで提供し、日本での1皿105円をやや上回る1皿1700ウォン（出店当時のレートで約120円）で提供している²⁷。

実際に、スシローのような日系の均一回転寿司チェーンが参入する前の韓国回転寿司屋は、高級レストラン扱いで10皿に約5万ウォン（約4500円）以上を支払うのが当たり前のように高価であった。同じ値段で25皿以上が提供できるスシローは、手頃な値段のみではなく、注文方式の楽しさ・便利さ、衛生的なオープン型キッチンに対する安心感、快適なインテリアなど韓国消費者に十分魅力的な外食チェーンに間違いなさそう²⁸。さらに、すしに添える甘酢漬物やラッキョウはもちろん、お茶、味噌汁まで無料で提供してくれるセルフサービスコーナーも設けており、すし本場からやってきた回転寿司最大手チェーンというブランドへの信頼はスシローの韓国現地市場での成長を期待させる一面であろう。

以上は『ガイヤの夜明け』（2011年12月13日火曜日放映分）を基に記述されているが、スシローは当初の食材の仕入れ先が洪水の影響で届けられなくなり、結局、日本産が使われるようになった。日本産の食材を自粛するのではなく、海外取引先を開拓しながら、使える食材はなるべく使っていくことにしないと厳しいと思ったからである。しかし、それが韓国のライバル店と差別化を図る好機になれることを期待していたが、東日本大震災時の放射能の影響で韓国消費者に余計に違和感を持たせたため、海外初店舗の売上に与える

影響は少なくないのが現状である。

韓国に事業を展開している日本のすしチェーンはスシローだけではない。カップは、2009年11月に韓国釜山に第1号店を開いてから、2013年2月現在、ソウル（カンナム店、グロ店）と釜山（ドッチョン店、ソミョン店、ナンボ店、ヨンサン店）に店舗を展開している²⁹。スシローより韓国に2年早くやってきて、ソウルや釜山に6店舗展開しているカップでは、1皿1500ウォンと、韓国の相場の半額の料金に「寿し初心者」の取込みを狙っている。それに対して、スシロー宣伝課長の森氏によると、カップのライバル企業としての意識はなく、どれだけ次から次へと店を広げ、韓国現地の消費者に受け入れてもらえるかしかが考えていない³⁰と語っている。

3. 回転寿司最大手企業の国際化

ここまで、あきんどスシローの成長の軌跡について回覧を行った。そこから、あきんどスシローは新技術導入や新製品開発に取り組んでいる一方で、海外進出を果たし、現地との連携を取るなど、積極的に企業変革を進めていることが見受けられる。なお、そのために必要とされる人材育成や組織内部の知識移転に関する工夫が行われているように見える。このような革新的な企業の経営戦略の方向を決めていくには、スシローのリーダーである豊崎社長の役割が大きいと考えられる。

したがって、以下ではスシローの差別的競争優位性の源泉として、まずは、リーダーシップと人材育成、それからパートナーシップと知識移転について詳しくみることにする。さらに、それらが国際化を進める上でどのようにいかされていくかについて分析する。

3.1 リーダーシップと人材育成

まず、スシローの豊崎社長のリーダーシップとリーダーとしての行動について分析を行う。ここでいうリーダーシップというのは、集団に目標達成を促すよう影響を与える能力である（Robbins, 2005）。

Darling（1990）は、「Business Week」誌で1991年から1999年まで取り上げられた多国籍企業のリーダーたちのインタビュー記事を分析し、そこからグローバルリーダーのもつ3つの共通的要素を発見している。それは、顧客への思い（care of customers）、製品イノベーション（product innovation）、従業員への動機付け（committed people）である。まず、顧客への思いにおいて、企業のリーダーは顧客が求めるものや彼らの利益に深く貢献しようとするのがリーダーたちのインタビューから共通的に発見された。次に、リーダーは企業の製品イノベーションに注目し、顧客の需要に合わせる新しい製品を生み出そうとする。最後に、リーダーは従業員を動機付けて、組織的な柔軟性を持たせようとする。従業員の組織への高い貢献は、企業の目的とゴールの獲得に貢献する組織をつくり、企業

の成果を高めようとするリーダーの信念から起因する。質の高い職場の文化は、リーダーによって認識され、作られるのである。

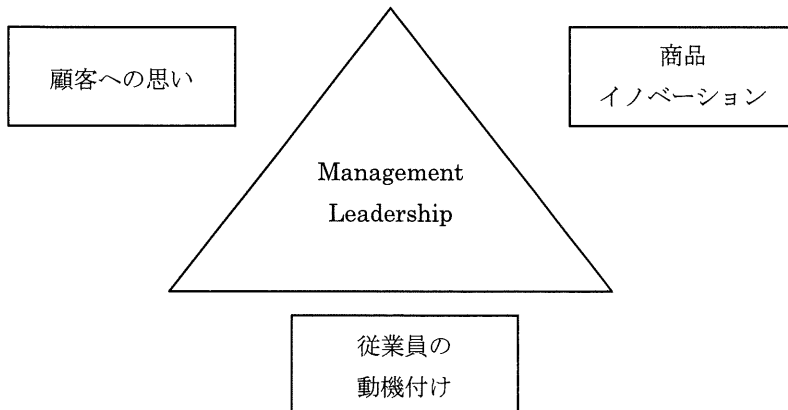


図1 企業の国際展開に求められるリーダーシップの重要要素 (Darling, 1999)

1) 顧客への思い

まず、スシローの顧客への思いについてみてみよう。豊崎社長は、普段のピラミッド型経営を逆ピラミッド型の経営に変化させた。顧客が一番上にいてその下に店があり、社長である自分が一番下にくるという考え方である。スシローへの来客に対する豊崎社長のサービス精神は以下の2つにまとめることができる。

それはまず、原価率を上げて顧客に還元することである。前述したように、スシローは、他のすしチェーン店と比べ格別に原価率が高い。それは顧客に旨いすしを腹いっぱい食べてもらうという豊崎社長の顧客思いから起因している。そして、スシローでは顧客が店で得られる「体験価値」を重視する。タッチパネルを導入し、顧客に操作を任せることで楽しさを提供する。また、家族層だけではなく一人でも気楽に店を訪れることができるような店舗作りを行っている。このように、リーダーから明確に提示された顧客価値重視精神がスシローの品質へのこだわりを引き出し、企業としての強みを形成しているとみられる。

2) 製品イノベーション

McDonough III (1993) は、リーダーのもつノウハウとキャラクターが企業の新製品開発のスピードに大きな影響を与えたとした。とりわけ、仕事の内容がノンルーティンな時にリーダーの仕事に関する経験とノウハウが新製品開発のスピードと関連すると指摘されている。

スシローは豊崎社長自ら新製品開発に参加することで、企業の製品イノベーションに対

する積極的な姿勢を引き出しているようにみえる。これは、競合他社であるカップすしの大きな差別点でもある。実にカップすしの場合、F.デリカ得得という協力企業に全国の店舗に出しているメニューを開発させている³¹。

スシローでは季節やあるイベントごとに新製品をいち早く開発し、顧客に紹介することでバラエティー感を提供している。例えば、スシローが韓国に新店舗を設けた時期に日本のスシローにキムパ（韓国風海苔巻）やサンチュに巻いたプルコギ寿司を、すぐその場で開発し、紹介したのもその例である。また、格別に他社に比べ創作寿司の数が多く和風だけにこだわらず、バジルやチーズなどすしとは関連づけにくいと思われる食材を使いながら、有名な料理人を招き新製品開発に心がけている。

なお、豊崎社長はすし屋のバラエティー感を重視することで、必要によって新製品開発のスピードの速さを自ら見せることもある。例えば、スシローが韓国に新店舗を設けた時期に、食材料の供給難などの原因もあり、日本では80ぐらいある寿司の種類が韓国では49種類ぐらいしかなかった。そこで、豊崎社長は、すぐ厨房に入りサンチュにヒラメの握りを乗せて甘辛のソースをかけたすしや、たくあんにタルタルソースを混ぜてサーモンに乗せたすしなど、あつという間に5品を新メニューとして登場させた。

Elenkov and Manev (2005) は、トップマネジメントが企業内で挑戦的な行動を奨励し、自律性を許すことで企業の新製品革新が高まるとした。スシローの場合、リーダー自らが積極的に新製品開発に関わることで変化への対応の速さや、顧客の飽きない製品の魅力度を高めているようにみえる。

3) 従業員への動機付け

リーダーは、強力なビジョンを作り、従業員とコミュニケーションを続けることで不確実な問題を解決しようとする (Elenkov and Manev, 2005)。リーダーが自ら問題を改善し、問い続ける中で従業員の努力と生産性を高めることを刺激できる。

豊崎社長は、「全店長会議を開きましょう」との提案が社内であってから今まで会議を続けている。200人以上の店長を全国から集めるのは費用がかかるということで反対の声もあったが、豊崎社長は、全店長会議を行うことでやるべきことが明確になり、それで気持ちが高揚し、モチベーションが上がると信じていたという。実際に全店長会議を通じて、経営と現場の関係がよりオープンになり、その制度は半期ごとに今でも開かれている³²。

スシロー川崎第一京浜店の店長である小池雄大氏のインタビュー記事からもリーダーの影響力が読み取れる。小池店長は、スシローの社員は大変ながらも、他の外食業界と比べ楽しく働くことができるという³³。それは、店の売上を達成できるという自信と自律性から起因する。元すし職人だった社長が仕入部長を兼ねており、仕入れに際して、玄人の目で判断しているため、必然的にネタがいいと信じることができるからである。また、スシ

ローではシステムをどう読み解き、どう対応するかは各店舗の店長に判断を任せるところも大きい³⁴。

このように、スシローでは、全社を挙げて効率的なシステムを作るために、店長のレベル向上を求め、それを売り上げや利益の向上につなごうとしている。また一方で、店長のやる気を引き出すために、新たに「S店長制度」というキャリアパスの導入を検討しているという³⁵。

以上から、スシローでは社長が自ら品質とシステムの整備にかかわり、社員に現場のコントロールや売り上げにかかわる部分を担当させるという、役割の割当のバランスをよく取ることで、社員のモチベーションを引き起こしていることが読み取れる。

3.2 パートナースhipと知識移転

次に、スシローのパートナーシップと知識移転方式について分析を行う。前述したように、スシローはアジア進出の第一歩として、2011年12月9日に韓国に海外第1号店を設けた。韓国進出のための原材料などの供給において、もっとも問題となったのが韓国のサプライヤーが日本ほどの加工技術をもたず、加工段階で鮮度をかなり落としてしまうとの問題であった。韓国では、マグロを手間がかからないような切り方で処理しているために、脂の付き方にばらつきが出てくる。しかし、豊崎社長は韓国の大手水産会社であるヤンジ・エンタープライズをパートナーとして見込み、中トロの加工方法を自ら教えた。つまり、皮目のところに脂が入るようにマグロの天身を外して全部まっすぐに切るように指導したのである。このように、スシローはパートナー企業への知識移転に加えて、社内でのすしに関する知識を暗黙知から見える知識に変えるために、多様な工夫を行っている。

情報には粘着性があり、企業内部においても知識移転は容易ではなく、多くの障害が存在する（Szulanski, 1996）。たとえば、知識移転はそれが暗黙知なのか、形式知なのかという知識属性（Von Hippel, 1994³⁶）と、吸収能力にかかわる組織属性（Cohen and Levinthal, 1990）により影響され、その程度に差が出てくる。

スシローは切りたて、作りたてを提供するために、シャリも鮮魚も店で全部仕込んでいるが、そうすることで商品の品質の不安定が生じていた。マニュアルで規定グラム数を提示して切らせていたが、店によって少しのバラツキが出ていた。そのバラツキを減らすために、課長が店を訪問し直接指導を行っていたが、店舗の数が増え、直接指導することが厳しくなった。そこで豊崎社長は直接マグロの切り方や大生エビの加工の仕方などを実際にやってみせよう、2010年にDVDを製作したという。それに対し、店側から非常に分かりやすかった、すぐに実行できたという声が上がったという³⁷。

Szulanski (1996) は、多国籍企業内部でのベストプラクティスの移転を阻害する要因を調べているが、その要因として主張されたのは、①知識要因：因果関係の不明確さ（causal

ambiguity)、不証明度 (unproveness) と ②共有者要因 :モチベーションの欠如である。

スシローでは「寿司塾」と名付けられたセミナーを通じて、店長とのコミュニケーションを高め、すしを総合的に管理するシステムを使いこなしながらも、それだけに依存しない店長としての力を蓄えている。

このように、スシローでは社員やスタッフの知識移転において、暗黙知の見せる化を図るのはもちろん、移転方法においても因果関係の明確さをスタッフ自らがわかるようにしている。これも日本回転寿司業界の最大手になったスシローの強みの一つとして考えられる。

4. 最後に

本研究は、あきんどスシローという企業が成長してきた軌跡を回覧した上に、企業の差別的競争優位性について分析を行ったものである。以下では、本論で調べた内容に基づき、今後の研究における手がかりについて考察を行う。

まず、リーダーシップと企業の製品イノベーションの関係についてである。前述したように、スシローの場合、元すし職人である豊岡社長が新製品開発に直接関わっている。それは商品について社長が誰よりも豊富な経験と知識をもっていることを意味する。外食産業、とくに回転寿司業界において社長が直接製品開発に関与している企業は数少ない。実際、競合他社であるカップの場合、メニューを開発する傘下企業に新製品開発を一任している。リーダーの新製品イノベーションへの意欲および社員への教育は、成功した多国籍企業のリーダーたちに見られる共通の要因として挙げられたが (Darling, 1999)、それらが具体的にいかなる効果を生み出しているのかについては依然として曖昧になっている。したがって、外食業界において、リーダーの新製品開発に関与するレベルが、企業の製品イノベーションプロセスにいかなる貢献をするのかについて詳しく調べることで、戦略の優位を生み出すさらなる要因を探すことができると考えられる。

次は、外食産業における海外子会社への知識移転についてである。国際マーケティング研究や小売国際化研究において、本社から海外子会社への知識移転および情報共有に関して多くの議論が蓄積されているが、外食産業における海外進出についてはあまり注目されてこなかったように見える。その理由は、現地の食文化を理解した上での進出が前提となっており、かつ品質の維持が非常に難しいことが挙げられている (岩垂, 2011)。同じくスシローの場合、韓国での魚の切り方や店舗の運営において、本国と現地とのギャップが生じていることを紹介していたが、今後は本国と現地とのギャップを埋めるためにいかなる行動をとっているか、またその意思決定に至るプロセスについて突っ込んで分析してみたい。より具体的に分析することで、外食産業の海外進出についての新しい知見を得ることができると考えられる。

最後に、進出先の韓国で成長していく方法、つまり今後のスシローの国際展開における展望についてである。現在、スシローは、韓国に進出したばかりで、店舗数を増やしつつある段階にある。競合他社であるカップは、スシローより韓国に2年ほど早く進出し、価格面においてもスシローより魅力的であるとも言われている³⁸。さらに、韓国国内資本による寿司屋も増えつつある。

スシローとしてはブルーオーシャンとして見込んで進出した韓国において、市場は競争の激しいレッドオーシャンに変貌しつつある段階であるが、その中でスシローが時系列に今後どのような市場戦略をとっていくかについて注目すべきであろう。その際、スシローの現地人社長起用の効果は、もう一つの手がかりになると考えられる。吉原（2011, p.179）は、日本企業が海外子会社で働く現地人社長を採用しない理由として、日本親会社の方針や戦略にしたがわない、日本人出向社員との関係に問題が生じる、日本親会社とのやり取りに不便があるといった点への懸念を挙げている。実際、カップの場合、26年間日本の本社で働いていた日本人社員を韓国カップ寿司の社長として赴任させている³⁹。しかし、韓国スシローの場合、あえて現地人社長を雇い、ある程度権限を委譲している状況であるが、進出初期にはプロモーション方法を巡って本社と子会社との間でしばしば意見対立があったといわれている⁴⁰。今後、現地人社長をもつスシローのマネジメントを詳しく調べることは、日本企業の海外人事戦略を議論する際に大きな手がかりになるだろう。

本研究は、近年、著しく海外進出を果たしている日本の寿司業界において、先駆的な企業であるスシローの成長の軌跡と、競合他社とは異なる差別的競争優位性の源泉であるスシローのトップマネジメントの特徴を明らかにした。

しかし、本論で提案した今後の研究の手がかりが各研究分野においていかなる位置づけになっているか、また理論的な貢献への見通しを明かすことまでには至っていない。それは今後の研究課題として残されている。

【付記】

本研究は2012年度学術振興会科学研究費、基盤研究（B）、「新生現地小売企業の逆進出」（課題番号23330144）による助成研究の一部である。本稿の作成にあたり、あきんどスシロー広告宣伝部課長森建二氏には長時間のインタビューをしていただき、ここに記して謝意を表する。

参考文献

Cohen, W. and D. Levinthal(1990), “Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation,” *Administrative Science Quarterly*, Vol.35, No.1, pp.128-152.

- Darling, J. R.(1999), “Organizational Excellence and Leadership Strategies: Principles followed by Top Multinational Executives,” *Leadership & Organization Development Journal*, Vol.20, No.6, pp.309-231.
- Elenkov, D. S. and I. M. Manev(2005), “Top Management Leadership and Influence on Innovation: The Role of Sociocultural Context,” *Journal of Management*, Vol. 31, No.3, pp. 381-402.
- McDonough III, E. F.(1993), “Faster New Product Development: Investigation the Effects of Technology and Characteristics of the Project Leader and Team,” *Journal of Product Innovation Management*, Vol.10, pp.241-250.
- Robbins, S. P. (2005), *Essentials of Organizational Behavior*, 8th Edition, Prentice Hall (高木晴夫訳『組織行動のマネジメント』ダイヤモンド社、2009)。
- Szulanski, G. (1996), “Exploring Internal Stickiness: Impediments to the Transfer of Best Practice within the firm,” *Strategic Management Journal*, 17, Winter Special Issue, pp.27-43.
- Von Hippel, E. (1994), “ Democratizing Innovation: The Evolving Phenomenon of User Innovation,” *International Journal of Innovation*, Vol.1, No.1, pp.29-40.
- 岩垂好彦(2011),「モザイク規模のインド消費価値観」『一橋ビジネスレビュー』、59巻、3号、pp.8-22.
- 吉原英樹(2011)『国際経営』有斐閣アルマ。

(注)

- 1 『日本経済新聞（朝刊）』2010年7月23日付
- 2 大手3社でタッチパネルの導入に先んじたのは、01年から試験導入を始めたくら寿司である。それに対して、スシローは09年に試験導入を始めた（『日経流通新聞』2010年10月15日付）。
- 3 利便性とともにも娯楽の要素を高めて競争激化に対応する形で、くら寿司とカップ・クリエイトは2012年度を目途に全店に広げようとしているが、スシローはその投入を見送っている（『日本経済新聞（朝刊）』2010年9月4日付）。
- 4 『Nikkei Business』2011年12月12日号、63頁と『日経流通新聞』2011年1月21日付
- 5 『日本経済新聞』2011年9月15日付
- 6 『日経情報ストラテジー』2011年2月号、26～29頁
- 7 『Associé』2011年8月2日～16日、100頁
- 8 『Nikkei Business』2009年3月16日号、132頁

- 9 『日経流通新聞』 2011年 4月 4日付
- 10 『Nikkei Business』 2009年 3月16日号、131頁と、『Nikkei Business』 2009年11月16日号、14頁
- 11 『Nikkei Business』 2011年12月12日号、64頁
- 12 『日経流通新聞』 2010年 6月21日付
- 13 『日経レストラン』 2000年12月号、80頁
- 14 『Nikkei Business』 2007年 9月24日付
- 15 『Nikkei Business』 2011年12月12日号、66頁
- 16 『日経情報ストラテジー』 2011年 2月号、26頁
- 17 『日経情報ストラテジー』 2011年 2月号、29頁
- 18 『Associé』 2011年 8月 2日～16日、100頁
- 19 『Nikkei Business』 2011年10月31日号、83頁
- 20 『日経流通新聞』 2011年 1月21日付
- 21 『日経流通新聞』 2011年 4月 4日付
- 22 『日本経済新聞』 2011年 1月19日付
- 23 『日経流通新聞』 2011年 1月 7日付
- 24 『Nikkei Business』 2011年12月12日号、63頁
- 25 『Nikkei Business』 2011年12月12日号、63頁
- 26 『ガイアの夜明け』 2011年12月13日火曜日放映分より引用
- 27 『日本経済新聞（朝刊）』 2011年 8月22日付
- 28 <http://blog.naver.com/pinkdee/30125515403>の書き込みによる証言
- 29 <http://www.kappa-sushi.co.kr/front/0301.asp>
- 30 2012年 1月15日、株式会社あきんどスシロー広告宣伝部課長森建二課長による聞き取り調査
- 31 <http://www.f-delica.co.jp>
- 32 『日経情報ストラテジー』 2011年 2月号、27頁
- 33 『Associé』 2001年 8月号、99頁
- 34 例えば、東京都調布市にある調布店では、忙しくない時間帯にはモニターの指示にとらわれず、売れ筋の商品を多く流すようスタッフに指示を出しているという（『NIKKEI BUSINESS』 2011年12月号64頁～65頁）。
- 35 例えば、2011年11月に豊崎社長がシャリに使う米や酢についての熱弁をふるうのが、地域別のエリア店長会議の場でみられたという（『日経情報ストラテジー』 2011年 2月号、26頁～30頁）。
- 36 Von Hippel (1994) は、粘着性の程度に影響を与える要因として①移転する知識量

の大小、②知識そのものの性質、③知識移転に従事する組織の問題に分類した。

37 『日経情報ストラテジー』2011年2月号、30頁

38 韓国ではすべて1皿1500ウォンですしを提供している。その秘訣について、カッパは1時間に1000皿以上の生産力を誇る「寿司ロボ」という、訓練すれば誰でも簡単に作れる製造システムと日本との共同仕入れから、合理的な値段で商品を提供することができたとしている。また、ランチタイムには1000ウォンという非常に安い値段でミニうどんを提供している (<http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2011&no=479846>)。

39 北森浩二氏が韓国カッパ寿司の社長役を勤めている。韓国で日本のすし文化を知りたい、韓国人の情緒をまず理解するために食べ物文化を勉強し、ハングルの勉強までしたという。北森氏は、高校を中退し、大学進学をあきらめ、19歳から日本の本社の従業員に入社して26年目で韓国カッパ寿司の社長になった (<http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2011&no=479846>より引用)。

40 韓国スシローのプロモーションにおいて、日本本社では早い段階で行うことを薦めたが、現地では店舗数をある程度まで増やしてからCMを行った方がより効果的であると主張し、本社と子会社間で意見の対立が見えた。結局は、本社が子会社の意見を収斂し、広告宣伝はまだ行っていない(2012年1月15日、株式会社あきんどスシロー広告宣伝部森健二課長による聞き取り調査より)。

The case study about the overseas expansion and knowledge transfer of Sushiro

Jungyim Baek and *Eunji Seo

Department of Commerce, Faculty of Commerce

University of Marketing and Distribution

*Department of Business Administration, Faculty of Business Administration,
Fukuyama Heisei University

Abstract

In this paper, we traced the growth of the largest Japanese Sushi company, Sushiro. In the process of its international expansion, the Sushi company employed international strategy for overseas expansion and maintained the product quality on the same level with that of its restaurants in Japan. We tried to explain the importance of top international executives' management and illustrate how to maintain product quality by using the case of Sushiro. The principles followed by the top multinational executives for an organizational excellence and their leadership strategies have been composed of 'care of customers', 'product innovation', and 'committed people', which were mentioned in the Darling (1999)'s research. The three dimensions proposed by Darling (1999)'s research help to get an understanding about the leadership and behaviors of top international executives in Sushiro.

Keywords

Sushiro, the Japanese sushi company, oversea expansion, knowledge transfer, leadership

福山平成大学経営学部紀要
第9号(2013), 147頁-231頁

簿記問題の解き方と注意点

飯 塚 勲

福山平成大学経営学部経営学科

要旨：本稿は日本商工会議所主催簿記検定試験2級の過去問題10回分の解き方と注意点を記述した学習用教材である。受験を目指す学生が教材を参考にして10回分の過去問題を解き、解答用紙に記入することによって理解を深め、合格水準に達する一助となることを希っている。

キーワード：日本商工会議所主催簿記検定2級，解き方，注意点

日本商工会議所主催簿記検定2級は商業簿記3問と工業簿記2問を2時間の制限時間で解答し、各問は20点の配点で70点以上が合格となる。ワークブック（問題に解答欄がついた問題集）を解いて基礎知識を確認し、次に過去問題を解くことによって出題者が予定している問題の解き方や注意点到慣れておくことが得点を増やし、合格点に達するコツである。

本稿は私自身が過去問題の10回分を解いたときに気付いた、限られた時間に着実に正解するための解き方と注意点を記述したものである。受験を目指す学生が本稿を参考にして収録された過去問題を解き、解答用紙に記入することによって、出題者が予定している解き方と注意点を理解し、出題の頻度が高い類似問題に出会ったときに着実に正解できることを希っている。本稿では特に注意すべき問題に◎印をつけてあるので、受験を目指す学生は◎印の付いた問題は完全に理解し納得するまで熟考されることを希っている。

第116回（2007年6月） 解き方と注意点商業簿記

第1問 仕訳

1. 減価償却費を生産高比例法で計算する

$$(3,500,000 - 3,500,000 \times 10\%) \times \frac{30,000km}{250,000km} = 378,000 \text{ 円}$$

減価償却費378,000 車両減価償却累計額378,000

2. 受取利息の計算

利払日3月末、したがって10/1～3/31の半年の利息

10月(31日)+11月(30日)+12月(31日)+1月(31日)+2月(28日)+3月(31日)=182日

ただし、2/23売却したので、2/24～3/31までの36日を除き(182-36=146日)、146日の利息を計算する。

$$500,000 \text{ 円} \times 0.055 \times \frac{146 \text{ 日}}{365 \text{ 日}} = 11,000 \text{ 円 (端数利息)}$$

半年なので365日×1/2-36日としない。10/1～3/31と4/1～9/30は半年でも日数が異なる。

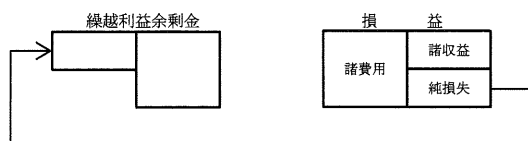
当座預金	491,000	売買目的有価証券	478,000
		受取利息	11,000
		有価証券売却益	2,000

3. 本店集中計算制度での本店の仕訳

横浜支店 130,000 大宮支店 130,000

4. 純損失は損益勘定から繰越利益剰余金勘定へと振り替える

繰越利益剰余金 7,500,000 損益 7,500,000



5. 手元に残っている、振り出した小切手は銀行の当座預金口座から引き落とされていない(減少していない)ので、当社の当座預金を増加させる(減少の記入をしているので)。

当座預金 25,000 未払金 25,000

小切手振出の時、未払金25,000当座預金25,000、と記入してあるので、反対の仕訳をすればよい。

第2問 月初残高試算表と月中取引にもとづいて、月末残高試算表を完成する問題。

月中取引の金額は特殊仕訳帳を締切った時の合計額と普通仕訳帳の仕訳の金額として示されている。

※普通仕訳帳の仕訳から転記していく。

1/1 前年度決算で生じた未収家賃を当期の期首1/1に再振替した仕訳

1/16 手形割引の仕訳では、借方の当座預金98,800 ✓印となる（当座預金出納帳から転記）

1/20 給料支払の仕訳では、貸方の当座預金266,800 ✓印となる（当座預金出納帳から転記）

1/31の仕訳は小口現金前渡制度での月末における小口現金減少の仕訳であり、当座預金出納帳の貸方諸口欄の小口現金補給仕訳と対応している。

※5種類の特殊仕訳帳が用いられているので、合計転記、個別転記、2重転記の防止に注意する。

※解き方としては、普通仕訳帳と各種特殊仕訳帳からの元帳転記のための仕訳を考えて、

Tフォームの勘定に記入することが、短い時間で着実に正解するコツです。

※特殊仕訳帳と普通仕訳帳からの転記における2重転記防止に注意すること。

(1) 当座預金出納長の仕訳 ※✓印は2重転記を防ぐために転記しない

当座預金	1,230,800	売上	70,000	✓
		売掛金	170,000	
		受取手形	460,000	
		貸付金	300,000	
		受取利息	12,000	
		受取家賃	120,000	
		受取手形	98,800	✓(普通仕訳帳から転記)
仕入	52,000	✓	当座預金	863,300
買掛金	120,000			
支払手形	150,000			
支払地代	240,000			
給料	266,800	✓(普通仕訳帳から転記)		
小口現金	8,500			
通信費	26,000			

飯塚 勲

(2)仕入帳の仕訳

仕入 585,000 当座預金 52,000 ✓
買掛金 333,000
支払手形 200,000 ✓

(3)売上帳の仕訳

当座預金 70,000 ✓ 売上 750,000
売掛金 430,000
受取手形 250,000 ✓
売上 13,000 売掛金 13,000

(4)支払手形記入帳の仕訳

仕入 200,000 ✓ 支払手形 450,000
買掛金 250,000

(5)受取手形記入帳の仕訳

受取手形 470,000 売上 250,000 ✓
売掛金 220,000

※各勘定の借方合計と貸方合計を月中取引高欄に記入する

小口現金		1/31 8,500	
8,500			
小口現金		1/31 8,500	
(1) 8,500			
当座預金		(1) 863,300	
(1) 1/1 1,230,800			
受取手形		1/16 5,000	
(5) 470,000		(1) 460,000	
売掛金		(1) 70,000	
(3) 430,000		(3) 13,000	
		(5) 220,000	
貸付金		(1) 300,000	
未収家賃		1/1 60,000	
支払手形		(4) 450,000	
(1) 150,000			
買掛金		(2) 333,000	
		(4) 250,000	
所得税預り金		1/20 3,200	
保証債務		1/16 5,000	
売上		(3) 750,000	
		(3) 13,000	
受取家賃		(1) 120,000	
1/1 60,000			
受取利息		(1) 12,000	
仕入		(2) 585,000	
給料		1/20 270,000	
支払地代		(1) 240,000	
(1) 240,000			
交通費		1/31 6,300	
通信費		(1) 26,000	
雑費		1/27 2,200	
手形売却損		1/16 1,200	
1/16 1,200			
保証債務費用		1/16 5,000	

◎第3問 期末残高試算表と決算整理事項・修正事項から精算表を完成する問題

※ 修正記入欄に記入する金額の計算と仕訳に注意すること

1. (1)当座預金8,000 売掛金8,000

(2)当社は小切手振出時に当座預金を減少させている。仕訳不要。

銀行側が調整すればよい。

2. <1. (1)>で売掛金が8,000円減少していることに注意する

{受取手形134,000+売掛金(43,000-8,000)}×0.02=3,380円

3,380円-480円=2,900円

貸倒引当金繰入2,900 貸倒引当金2,900

- 3.

①売買目的有価証券

A社株式 48,000円-45,000円=評価益3,000円

B社株式 58,900円-63,000円=評価損4,100円

正味有価証券評価損 1,100円

有価証券評価損1,100 売買目的有価証券1,100

◎②満期保有目的債権

※当年度末の社債(有価証券)の帳簿価額39,100円は前年度の社債発行差額償却分だけ増加していることに注意する

額面40,000円-帳簿価額39,100円=社債発行差額残高900円

900円÷残り償却年数4年=225円

満期保有目的債権225 有価証券利息225

※社債(有価証券)を購入した会社は決算時に額面と発行価額の差額である社債発行差額を償還年数で除した金額だけ債権を増額する。貸方は有価証券利息とする。

本問では残り償還年数で除することに注意する。

4. 「棚卸減耗費と商品評価損を売上原価に参入しない」という条件を満たすため、次期繰越高は帳簿棚卸数量1,200個×原価@25円で計算し、つぎに棚卸減耗費と商品評価損だけ次期繰越高を減額する。

棚卸減耗損(1,200-1,190)個×25円=250円 次期繰越高1,200個×@25円=30,000円

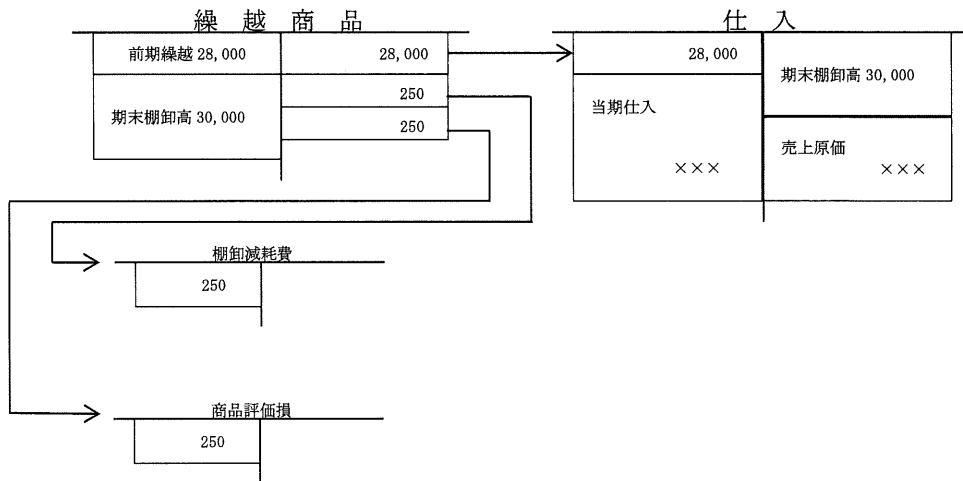
商品評価損 20個×(15-25)円=200円

①仕入28,000 繰越商品28,000 (残高試算表の28,000円は前期繰越商品)

◎②繰越商品30,000 仕入30,000 (次期繰越商品)

③棚卸減耗費250 繰越商品450

商品評価損200



5. 減価償却費の計算

建物 $(2,800,000 - 2,800,000 \times 0.1) \text{円} \div 30 \text{年} = 84,000 \text{円}$

備品 $(220,000 - 79,200) \text{円} \times 0.2 = \underline{28,160 \text{円}}$

計 112,160円

減価償却費112,160 建物減価償却引当金84,000

備品減価償却引当金28,160

6. 株式交付費の償却額の計算

$4,800 \text{円} \div 3 \text{年} = 1,600 \text{円}$

株式交付費償却1,600 株式交付費1,600

7. 社債（負債）を発行した会社は決算時に社債発行差額の償却額だけ社債（負債）を増額する。借方は社債利息とする。

社債発行差額 = 額面300,000円 - 社債の発行価額 $(300,000 \text{円} \div 100 \text{円} \times 98 \text{円}) 294,000$
 $= 6000 \text{円}$

社債発行差額の年償却額 = $6,000 \text{円} \div \text{満期} 5 \text{年} = 1,200 \text{円}$

社債利息1,200 社債1,200

8. 前払保険料の計算 経過月数が4カ月であることに注意する

支払保険料 $2,160 \text{円} \times (12 - 4) \text{カ月} \div 12 \text{カ月} = 1,440 \text{円}$

前払保険料1,440 保険料1,440

9. 未払利息の計上

支払利息120 未払利息120

工業簿記

第4問

問1. 直接配賦法（各補助部門に集計された製造間接費すなわち各補助部門費を各製造部門へ配布する方法）により、各補助部門費を2つの製造部門へ配賦する。

「資料から適切なデータのみ選んで使用すること」という指示は、「各補助部門費の配賦基準に何を選択するかに注意しなさい」という意味で、補助部門費の発生と関係のある配賦基準を使用すればよい。

材料部費配賦(材料運搬回数)

$$\text{A製造部門} \quad 1,400,000\text{円} \times \frac{200}{200+150} = 800,000\text{円}$$

$$\text{B製造部門} \quad 1,400,000\text{円} \times \frac{150}{200+150} = 600,000\text{円}$$

工場事務部費配賦(従業員数)

$$\text{A製造部門} \quad 1,500,000\text{円} \times \frac{100}{100+100} = 750,000\text{円}$$

$$\text{B製造部門} \quad 1,500,000\text{円} \times \frac{100}{100+100} = 750,000\text{円}$$

修繕部費配賦(修繕回数)

$$\text{A製造部門} \quad 900,000\text{円} \times \frac{120}{120+60} = 600,000\text{円}$$

$$\text{B製造部門} \quad 900,000\text{円} \times \frac{60}{120+60} = 300,000\text{円}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{A製造部門配賦額} 800,000 + 750,000 + 600,000 = 2,150,000\text{円} \\ \text{B製造部門配賦額} 600,000 + 750,000 + 300,000 = 1,650,000\text{円} \end{array} \right.$$

問2.

A製造部門費2,150,000 材料部費 1,400,000

B製造部門費1,650,000 工場事務部費 1,500,000

修繕部費 900,000

第5問

問1. 標準原価総差異の計算

実際減価発生額 $(6,460,000 + 5,950,000 + 12,250,000)$ 24,660,200円一標準原価 $(\textcircled{\text{11,000円}} \times 2,100\text{個})$ 23,100,000円

実際原価超過額(かかりすぎ) 1,560,200円(借方差異)

問2. 製造間接費総差異の計算

実際製造間接費	12,250,000円
－製造間接費標準配賦額(⑤5,200円×2,100個)	<u>10,920,000円</u>
実際製造間接費超過額(かかりすぎ)	1,330,000円(借方差異)

問3.

$$\frac{\text{変動製造間接費予算} + \text{固定製造間接費予算} 8,000,000}{\text{基準操業度(予定操業度)} 5,000\text{時間}} = \text{製造間接費配賦率} 2,600\text{円}$$

$$8,000,000\text{円} \div 5,000\text{時間} = 1,600\text{円(固定費率, 固定製造間接費配賦率)}$$

$$2,600\text{円} - 1,600\text{円} = 1,000\text{円(変動費率, 変動製造間接費配賦率)}$$

※「能率差異は変動費と固定費からなる」という指示に注意すること

予算差異＝実際製造間接費－実際操業度の製造間接費予算額

$$= 12,250,000\text{円} - (\text{変動間接費} @ 1,000\text{円} \times 4,220\text{時間} + \text{固定間接費} 8,000,000\text{円})$$

$$= 30,000\text{円(借方差異)(予算超過額)}$$

能率差異＝(実際操業度の実際作業時間－実際操業度の標準作業時間)

$$\times \text{標準配賦率}(1,000 + 1,600)\text{円}$$

$$= (4,220 - 2\text{時間} \times 2,100\text{個})\text{時間} \times 2,600\text{円}$$

$$= 52,000\text{円(借方差異)(時間超過による配賦超過額)}$$

別法として、配賦率を変動費率で計算すれば、変動費能率差異となる。

ここでは間接費全体の能率差異を要求している。

操業度差異＝(基準操業度の作業時間－実際操業度の実際作業時間)×固定費率

$$= (5,000 - 4,220)\text{時間} \times 1,600\text{円}$$

$$= 1,248,000\text{円(借方差異)(操業度不足による配賦不足額)}$$

問4.

直接材料費消費量差異＝標準価格×(実際消費量－実際生産量の標準消費量)

$$= 1,500\text{円} \times (4,250 - 2\text{kg} \times 2,100\text{個})\text{kg}$$

$$= 75,000\text{円(借方差異)(消費量超過による直接材料費超過額)}$$

直接労務費作業時間差異＝標準賃率×(実際作業時間－実際生産量の標準作業時間)

$$= 1,400\text{円} \times (4,220 - 2\text{時間} \times 2,100\text{個})$$

$$= 28,000\text{円(借方差異)(作業時間超過による直接労務費超過額)}$$

したがって、差異の絶対値(プラス, マイナス, 借方差異, 貸方差異, を取り去った数字)

が最大なのは直接材料費消費量差異 75,000円です。

◎問 5.

問 3. の各差異の計算式を参照すれば、実際製造間接費発生額が関係するのは予算差異のみであることがわかる。

予算差異 = 12,300,000円 - (@1,000円 × 4,220時間 + 8,000,000円)

= 12,300,000円 - 12,220,000円 = 80,000円

したがって予算差異が (80,000円 - 30,000円) 50,000円変化する。

第117回（2007年11月） 解き方と注意点商業簿記

第1問 仕訳

1. ※不渡り手形602,000 当座預金600,000

現金 2,000 ※債務者への遡求権

2. 受託買付 251,500 当座預金250,000

現金 1,500

◎3. (売上時)消費税仮受分 150,000円

－(仕入時)消費税仮払分 100,000円

納付消費税 50,000円

仮受消費税 150,000 仮払消費税 100,000

未払消費税 50,000

4.

前期末までの減価償却累計額＝(6,000,000－6,000,000×0.1)円× $\frac{178,500\text{km}}{200,000\text{km}}=4,819,500$ 円当期の減価償却費＝(6,000,000－6,000,000×0.1)円× $\frac{17,500\text{km}}{200,000\text{km}}=472,500$ 円

車両減価償却累計額4,819,500 車両 6,000,000

減価償却費 472,500 固定資産売却益 5,000

当座預金 713,000

◎5.

※積送品 508,000 仕入 500,000 ※仕入代価＋発送費

当座預金 496,000 現金 8,000

手形売却費 4,000 ※前受金500,000 ※前受金a/cを使う

◎第2問 月初の残高試算表の金額を特殊仕訳帳の月中取引高で修正し、月末の残高試算表を作成する問題

解き方 ①月初の各勘定残高をTフォームの勘定に記入する

②普通仕訳帳の仕訳を勘定に転記する

③特殊仕訳帳よりの仕訳を転記する

注意点 2重転記防止をする仕訳の勘定に✓印をつける ※いかに勘定記入を示す。月初残高は()をつけてある

簿記問題の解き方と注意点

現金	土地	備品減価却累計額	仕入
(138,800) 213,000	(500,000) 200,000	(46,800)	(850,000) 106,250
260,000			
当座預金	備品	資本金	給料
(361,600) 155,400	(260,000)	(1,000,000)	(285,000)
145,350	40,000		35,000
受取手形	支払手形	売上	支払家賃
(95,000) 2,300	45,000 (60,000)	(1,358,000)	(105,000)
66,000 20,000	38,000	172,500	13,150
30,000			
売掛金	買掛金	受取手数料	支払利息
(180,000) 5,700	5,700 (100,000)	(22,000)	(3,200)
112,500 21,000	15,000 72,000	30,000	250
61,500	57,000		
30,000	17,000		
売買目的有価証券	借入金	有価証券利息	手形売却損
(42,000) 31,000	150,000 (2,630,000)	(1,200) 1,350	(10,000)
			1,000
繰越商品	貸倒引当金	有価証券売却益	(固定資産売却損)
(56,000)	2,300 (15,000)	(26,000) 2,500	15,000

(1) 現金出納帳より

現金260,000 売上 24,000✓
 売掛金 21,000
 土地 185,000✓※
 受取手数料 30,000

仕入 13,250✓ 現金 213,250
 買掛金 15,000
 給料 35,000
 借入金150,000

※普通仕訳帳より転記されている

(2) 当座預金出納帳より

当座預金 145,350 売掛金 61,500
 受取手形 30,000
 受取手形 19,000✓※
 売買目的有価証券 31,000
 有価証券売却益 2,500
 有価証券利息 1,350

※普通仕訳帳より転記されている

買掛金 57,000 当座預金 155,400
 支払手形 45,000
 備品 40,000
 支払家賃 13,150
 支払利息 250

(3) 仕訳帳より

仕入	106,250	現金	13,250✓
		買掛金	72,000
		支払手形	21,000✓

(4) 売上帳より

現金	24,000✓	売上	172,500
売掛金	112,500		
受取手形	36,000✓		

(5) 支払手形記入帳より

仕入	21,000✓	支払手形	38,000
買掛金	17,000		

(6) 受取手形記入帳より

受取手形	66,000	売上	36,000✓
		売掛金	30,000

◎第3問

- (1) 未達事項の仕訳を支店a/cと本店a/cに記入し、未達事項整理前の支店a/c残高と本店a/c残高を推定する
- (2) 支店の期末商品棚卸高から内部利益を除去して原価額を求め、本支店合計の期末商品棚卸高を求め、本支店合併の売上総利益を求める

(1) 資料Ⅱより

- | | | | |
|---------------|--------|-------|--------|
| 1) (支店)本店より仕入 | 57,500 | 本店 | 57,500 |
| 2) (本店)現金 | 37,000 | 支店 | 37,000 |
| 3) (支店)保険料 | 15,000 | 本店 | 15,000 |
| 4) (支店)広告宣伝費 | 12,500 | 本店 | 12,500 |
| 5) (本店)支店 | 25,000 | 売掛金 | 25,000 |
| 6) (支店)本店 | 5,000 | 受取手数料 | 5,000 |
| 7) (本店)買掛金 | 18,000 | 支店 | 18,000 |

以上の仕訳を支店a/cと本店a/cに転記し、資料Ⅱの未達事項の整理後残高は455,000円で一致するという条件を考慮すれば、左図のようになる。

簿記問題の解き方と注意点

支店 (Branch) side:

未達事項整理前	37,000 18,000
25,000	

本店 (Head Office) side:

5,000	未達事項整理前
	57,000 15,000 12,500

Flow: 455,000 (from branch to head office)

(b) 未達事項整理前残高をxとすれば、
 $x + 25,000 - (37,000 + 18,000) = 455,000$ 円
 $x = 485,000$ 円

(a)本店借方合計5,300,000円－(a)以外の金額合計＝418,000

(e) 未達事項整理前残高をyとすれば、
 $y + (57,500 + 15,000 + 12,500) \text{円} - 5,000 \text{円}$
 $= 455,000 \text{円}$
 $y = 375,000 \text{円}$

(d) 未達事項整理前の本店より仕入a/cの残高をzとすれば、

$$z + 57,500 = \text{支店向け売上} 1,150,000 \text{円}$$
$$z = 1,092,500 \text{円}$$

(f) 支店貸方合計2,360,000円

(c) 支店合計額－(c)以外の金額合計
 =2,360,000円－2,309,700円
 = 50,300円

(2) 本支店合併の売上総利益

資料Ⅳより

期末商品棚卸高

本店	378,000円	支店	156,000円
		－本店より仕入	52,900円
		外部仕入	103,100円

本店より仕入

52,900円

未達商品 57,500円

計 110,400円

$$\text{内部利益} = 110,400 \text{円} \times 0.15 / (1 + 0.15) = 14,400 \text{円}$$
$$\text{原価} = 110,400 \text{円} - 14,400 \text{円} = 96,000 \text{円}$$

支店期末商品棚卸高 外部仕入 103,000円

(原価) 内部仕入 96,000円

計 199,100円

したがって、

飯塚 勲

本支店期末商品棚卸高＝本店378,000円＋支店199,100円

＝577,100円

売上高(本店2,125,200円＋支店1,677,600円) 3,802,800円

売上原価

期首商品棚卸高(418,000円+200,000円)	618,000
＋当期仕入高 (1,456,600円+424,600円)	<u>1,881,200</u>
計	2,499,200
－期末商品棚卸高(378,000円+199,100円)	<u>577,100</u>
	<u>1,922,100</u>
売上総利益	<u>1,880,700円</u>

工業簿記

第4問 実際個別原価計算の問題。10月末時点の原価計算票(表)と9月末時点の原価計算票を比較し、各種の問いに答える。

完成日が9月か10月か、引渡日が9月か10月か、9月末の完成品在庫、10月末の完成品在庫、202と203は10月完成時の製造費用と9月末の製造費用の差額であることに注意する

問1.

201	9/27	完成品	9/31在庫	<u>9月末の製品有高</u>	5,700,000円
202	9/31	仕掛品	4,400,000円		
203	9/31	仕掛品	<u>4,000,000円</u>		
		計	8,400,000円	<u>9月末の仕掛品有高</u>	8,400,000円

問2. 10月中に発生した直接材料費、直接労務費、製造間接費の計算

201 9/27完成品、10月の製造費用と関係ない

202 10/1～10/8の製造費用

	10/8完成時	<u>直接材料費</u>	<u>直接労務費</u>	<u>製造間接費</u>
		800,000円	1,400,000円	2,800,000円
	9/31月末仕掛品	<u>800,000</u>	<u>1,200,000</u>	<u>2,400,000</u>
	差引			
203	10/1～10/17の製造費用	0円	200,000円	400,000円
	10/17完成時	1,600,000円	1,000,000円	2,000,000円
	9/31月末仕掛品	<u>1,600,000</u>	<u>800,000</u>	<u>1,600,000</u>
	差引	0円	200,000円	400,000円

簿記問題の解き方と注意点

204	10/9～10/31の製造費用	900,000円	1,200,000円	2,400,000円
205	10/17～10/30の製造費用	<u>700,000円</u>	<u>500,000円</u>	<u>1,000,000円</u>
	(月末仕掛品)			
	合計	<u>1,600,000円</u>	<u>2,100,000円</u>	<u>4,200,000円</u>

第5問 1カ月の生産と販売のデータから直接原価計算方式の月次損益計算書を作成させ、利益計画に役立てるための3種類の比率を求める問題

※直接原価計算は製造費用と営業費を変動費と固定費に区別し、売上高から変動費(変動売上原価+変動営業費)を差し引いて貢献利益(限界利益とも言う)を計算し、つぎに固定費(固定製造費+固定営業費)を差し引いて営業利益を計算する。

直接原価計算方式の損益計算書は次期の利益計画に役立てることを目的とするが、本問では問2で損益分岐点売上高(売上高がいくらになれば損失がゼロになるか)、問3で売上高営業利益率(売上高で獲得する営業利益の割合が高いか低いかを判断する)、問4で安全余裕率(現在の売上高と損益分岐点売上高の差額を現在の売上高で除した比率で、大きいほど現在の売上高が安全であると判断される)を求めさせている

問1. 自分で計算する必要のある項目に①～⑥の記号をつけ、以下に計算を示す。

売上高①

月初製品有高②

当月製品変動製造原価③

月末製品有高④

変動販売費⑤

固定費⑥

① $4,800 \text{台} \times @6,000 \text{円} = 28,800,000 \text{円}$

② 月初在庫量0台なので、0円

③ 条件により

直接材料費 6,500,000円

直接労務費 3,450,000

変動製造間接費 2,900,000

計 12,850,000円

④ 月初仕掛品と月末仕掛品がなく、当月投入量がすべて完成品になっているので、当月製造費用はすべて完成品原価になる。

しかし、1カ月の生産量が5,000台で販売量が4,800台であるため、完成品原価を

売上品原価(売上原価)と月末製品有高(200台)に配分することが必要になる。

$$\text{月末製品有高} = 12,850,000 \text{円} \times \frac{200 \text{台}}{500 \text{台}} = 514,000 \text{円}$$

⑤ 与えられている. 1,920,000円

⑥ 固定販売費及び一般管理費 2,100,000

固定販売費及び一般管理費 3,960,000

計 6,060,000円

問2.

$$\begin{aligned} \text{損益分岐点売上高} &= \frac{\text{固定費}}{1 - \frac{\text{変動費}}{\text{売上高}}} \\ &= \frac{6,060,000 \text{円}}{1 - \frac{(12,336,000 + 1,920,000) \text{円}}{28,800,000 \text{円}}} \\ &= 12,000,000 \text{円} \end{aligned}$$

問3.

$$\begin{aligned} \text{売上高営業利益率} &= \frac{\text{営業利益}}{\text{売上高}} \times 100 \\ &= \frac{8,484,000 \text{円}}{28,800,000 \text{円}} \times 100 \\ &= 29.45\cdots\% \\ &= 29\% (\text{条件により}) \end{aligned}$$

問4.

$$\begin{aligned} \text{安全余裕率} &= \frac{\text{売上高} - \text{損益分岐点売上高}}{\text{売上高}} \times 100 \\ &= \frac{(28,800,000 - 12,000,000) \text{円}}{28,800,000 \text{円}} \times 100 \\ &= 58.33\cdots\% \\ &= 58\% (\text{条件により}) \end{aligned}$$

第118回（2008年2月） 解き方と注意点**商業簿記****第1問 仕訳****1. 売上割引**
 $35,000円 \times 0.02 = 700円, 35,000円 - 700円 = 34,300円$

当座預金	34,300	売掛金	35,000
------	--------	-----	--------

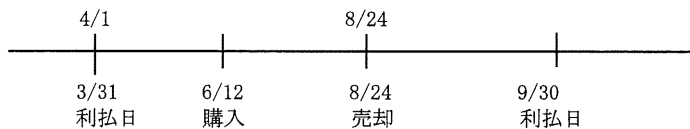
売上割引	700
------	-----

2. 売掛金	60,000	受託販売	60,000
--------	--------	------	--------

3. 未着品	90,000	支払手形	70,000
--------	--------	------	--------

買掛金	20,000
-----	--------

◎4. 購入時に4月、5月、6/1～6/12の端数利息を支払っているのに、売却時には有価証券の所有者として4/1～8/24の端数利息を受け取る権利をもつ


 $4月(30日) + 5月(31日) + 6月(30日) + 7月(31日) + 8月(24日) = 146日$
 $端数利息 = 200,000円 \times 0.04 \times \frac{146日}{365日} = 3,200円$
 $売却額 = 200,000円 \times \frac{98円}{100円} = 196,000円$
 $帳簿価額 = 200,000円 \times \frac{97円}{100円} = 194,000円$

有価証券売却益	2,000円
---------	--------

当座預金	199,200	売買目的有価証券	194,000
------	---------	----------	---------

有価証券売却益	2,000
---------	-------

有価証券利息	3,200
--------	-------

5. 建物	6,000,000	建設仮勘定	4,000,000
-------	-----------	-------	-----------

当座預金	2,000,000
------	-----------

◎第2問

特殊仕訳帳の1週間分の取引の合計転記と個別転記を示した普通仕訳帳の仕訳を示し、特殊仕訳帳の間の関係から空欄()内の金額を推定させる問題。特殊仕訳帳に記入する取引と普通仕訳帳に記入する取引を区別し、特殊仕訳帳からの転記も一般仕訳帳に記入してから転記する方法です。

予備知識の確認

- ① 当座預金出納帳からは当座預金a/cの借方と貸方に合計転記する
- ② 売上帳からは売上a/cの貸方に合計転記する
- ③ 仕訳帳からは仕入a/cの借方に合計転記する
- ④ 受取手形記入帳からは受取手形a/cの借方に合計転記する
- ⑤ 支払手形帳からは支払手形a/cの貸方に合計転記する
- ⑥ 売上戻り、仕入戻しは個別転記する

解き方

- ① 丁数欄に二重仕訳防止の✓印をつける
本問では借方4ヵ所、貸方4ヵ所になる
- ② 借方()内の金額を推定する(他の特殊仕訳帳からの仕訳から、求める金額を探し出す)
- ③ 貸方()内の金額を推定する

1. 借方()内の金額の推定

- ① 仕入帳より
仕入360,000 当座預金360,000
※仕入(360,000)
仕訳の借方と貸方は同一金額になることから
 $5,034,000\text{円} - (360,000 + 2,482,000 + 335,000)\text{円} = 1,857,000\text{円}$
※支払手形(1,857,000)

- ② 受取手形記入帳より
受取手形1,018,000 売上1,018,000
※受取手形(1,018,000)
 $5,587,000\text{円} - (1,018,000 + 4,423,000)\text{円} = 146,000\text{円}$
※当座預金(146,000)

- ◎ ③ 二重仕訳金額控除 $2,593,000\text{円} - (360,000 + 146,000 + 1,018,000)\text{円} = 1,069,000\text{円}$
(二重仕訳防止額合計)
※仕入(1,069,000)

2. 貸方()内の金額の推定

- ④ 売上帳より
当座預金146,000 売上146,000
※売上(146,000)

仕訳の借方と貸方は同一金額になることから

$$6,261,000\text{円} - (146,000 + 3,622,000 + 285,000)\text{円} = 2,208,000\text{円}$$

※受取手形(2,208,000)

⑤ 支払手形記入帳より

仕入1,069,000 支払手形1,069,000

※支払手形(1,069,000)

$$4,996,000\text{円} - (360,000 + 1,069,000 + 150,000)\text{円} = 3,417,000\text{円}$$

※買掛金(3,417,000)

⑥ $1,069,000\text{円} + 2,216,000\text{円} = 3,285,000\text{円}$

※支払手形(3,285,000)

◎第3問 期首残高試算表の勘定残高を未処理事項と決算整理事項の仕訳によって修正し、貸借対照表を作成する問題

資料Ⅱよりの仕訳

1. 退職給付引当金200,000 仮払金200,000

2. ※現金預金 600,000 未決算 640,000

※当座預金a/cが与えられた残高試算表にはないことに注意する

災害損失 40,000

3. 現金預金 54,000 ※未払金54,000

※小切手振出の時、広告宣伝費54,000現金預金54,000の仕訳がなされているため

資料Ⅲよりの仕訳

1. 受取手形331,000円＋売掛金419,000＝750,000円

$$750,000\text{円} \times 0.04 = 30,000\text{円} \quad \text{差額補充額} = 30,000\text{円} - 12,000\text{円} = 18,000\text{円}$$

貸倒引当金繰入18,000 貸倒引当金18,000

2. ※期末棚卸高500個×@500円＝250,000円(帳簿価額とする)

棚卸減耗損(500－480)個×@500円＝10,000円

商品評価損480個×(500－475)円＝12,000円

精算表の作成ではないので、次の仕訳は不要であるが、貸借対照表の商品(繰越商品a/cの残高)を理解するためには便利なので示すことにする

仕入210,000 繰越商品210,000(期首棚卸高の振替)

繰越商品250,000 仕入 250,000(期末棚卸高の振替)

棚卸減耗損10,000 繰越商品22,000(期末棚卸高の減少)

商品評価損12,000

	繰越商品	
	210,000	210,000
貸借対照表の商品 a/c →	250,000	10,000
	(228,000)	12,000

3.

	帳簿価額	時価	
A社株式	235,000	211,000	
B社株式	435,000	494,000	
C社株式	290,000	12,000	
計	960,000円	984,000円	※有価証券評価益24,000円
売買目的有価証券	24,000	有価証券評価益	24,000

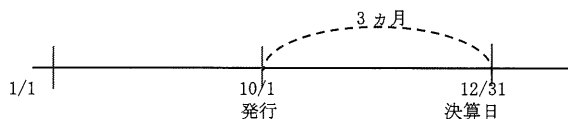
4. 建物 $(2,000,000 - 2,000,000 \times 0.1)$ 円 $\div 30$ 年 = 60,000円備品 $(1,600,000 - 216,000)$ 円 $\times 0.2$ = 76,800円

計 136,800円

減価償却費136,800 建物減価償却累計額60,000

備品減価償却累計額76,800

5. 会計期間1/1～12/31



① 社債発行差額の償却

社債発行差額 = 額面200,000円 - 発行価額200,000円 $\times \frac{96\text{円}}{100\text{円}} = 80,000$ 円年償却額 = 80,000円 $\times \frac{3\text{ヵ月}}{12\text{ヵ月} \times 5\text{年}} = 4,000$ 円

社債利息4,000 社債4,000

② 社債発行費の償却

156,000円 $\times \frac{3\text{ヵ月}}{60\text{ヵ月}} = 7,800$ 円

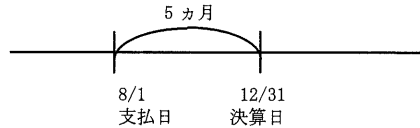
社債発行費償却7,800 社債発行費7,800

6. ※未収収益3,000 受取地代3,000

※解答欄の貸借対照表には未収地代a/cがなく、未収収益a/cとなっているので注意する。

7. 退職給付費用46,000 退職給付引当金46,000

◎ 8.



12ヵ月×3年=36ヵ月

当期の保険料=144,000円× $\frac{5\text{ヵ月}}{36\text{ヵ月}}$ =20,000円

保険料の前払分=144,000円-20,000円=124,000円

36ヵ月-(経過5ヵ月+1年以内の月数12ヵ月)=19ヵ月

決算日より1年以内(12ヵ月以内)の前払分=※144,000円× $\frac{12\text{ヵ月}}{36\text{ヵ月}}$ =48,000円

決算日より1年超の期間(19ヵ月)の前払分=144,000円× $\frac{19\text{ヵ月}}{36\text{ヵ月}}$ =76,000円

計 =124,000円

※※前払保険料 48,000 保険料124,000

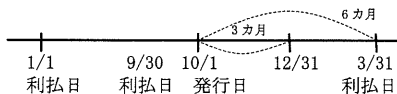
※※※長期前払保険料 76,000

※支払額

※※流動資産

※※※固定資産

9. 未払社債利息(負債)の計上



※5. の社債であることに注意する

2,000,000円×0.045× $\frac{\text{経過}3\text{ヵ月}}{12\text{ヵ月}}$ =22,500円

社債利息22,500 ※未払費用22,500 ※解答欄の貸借対照表の勘定科目

10. 消耗品13,100 消耗品費13,100

ここまでの仕訳をTフォームの勘定に転記して残高試算表の勘定金額を修正し、解答欄の貸借対照表に記入する。増減のない勘定は残高試算表の金額を記入すればよい。

()内は残高試算表の金額

飯塚 勲

退職給付引当金 200,000 (850,000) 46,000	貸倒引当金 (12,000) 18,000	建物減価償却累計額 (720,000) 60,000	未収収益 3,000
※仮払金 (200,000) 200,000	繰越商品 (210,000) 210,000 250,000 22,000	備品減価償却累計額 (216,000) 76,800	前払費用(前払保険料) 48,000
現金預金 (212,000) 600,000 54,000	消耗品 13,100	社債 (1,920,000) 4,000	長期前払費用(長期前払保険料) 76,000
※未決算 (640,000) 640,000	売買目的有価証券 (960,000) 24,000	社債発行費 (156,000) 7,800	未払費用 22,500
未払金 54,000			

※借方と貸方が同額科目はB/Sに示されない。

◎ 1 1. 流動負債の未払法人税等(249,000)と利益剰余金(繰越利益剰余金)(499,000)の求め方

税引前当期純利益をxとすると、損益計算書より、

税引前当期純利益をxとすれば

法人税等 $x \times 0.5$ ※税率50%

当期純利益 $x - x \times 0.5$, の関係がある

したがって、法人税等 $= x \times 0.5$

当期純利益 $= x - x \times 0.5$

また、未払法人税等 $=$ 法人税等 $\times 0.5 -$ 残高試算表の仮払法人税等180,000

(中間納付額)

期末繰越利益剰余金 $=$ 当期純利益 $x - x \times 0.5 +$ 残高試算表の繰越利益剰余金70,000

(期首有高)

そして、貸借対照表等式によって

資産 $=$ 負債 $+$ 資本、ですから

資産9,713,500円 $=$

負債(3,115,500円 $+$ 未払法人税等) $+$ 資本(5,850,000円 $+$ 期末繰越利益剰余金)

$=$ (3,115,500円 $+$ $x \times 0.5 - 180,000$ 円) $+$ (5,850,000円 $+$ $x \times 0.5 + 70,000$)

$=$ 8,855,500円 $+$ x

$x = 9,713,500$ 円 $- 8,855,500$ 円 $= 858,000$ 円

したがって、

法人税等 $= 858,000$ 円 $\times 0.5 = 429,000$ 円

未払法人税等 $= 858,000$ 円 $\times 0.5 - 180,000$ 円 $= 249,000$ 円

期末繰越利益剰余金 $= 858,000$ 円 $\times 0.5 + 70,000$ 円 $= 499,000$ 円

工業簿記**第4問** 9月の製用費用の計算と9月の売上原価の計算に注意する

製造指図書別原価計算表 9月

	No. 101	No. 102 No. 102-2	No. 103	No. 104
直接材料費	400,000	500,000	200,000	300,000
直接労務費	①180,000	③240,000	⑧ 75,000	⑩150,000
製造間接費	②720,000	④960,000	⑨300,000	⑪600,000
補修用直接材料費		⑤100,000		
補修用直接労務費		⑥ 45,000		
補修用製造間接費		⑦180,000		
計	1,300,000	2,025,000	575,000	
備 考	前月完成品 9/3販売 売上原価	当月完成品 9/20販売 売上原価	当月完成品 在庫	月末仕掛品

製造間接費配賦差異の計算

9月の製造間接費予定配賦額

No. 102とNo. 102-2 960,000円+180,000円=1,140,000円

No. 103 300,000

No. 104 600,000

計 2,040,000円

製造間接費実際額 2,080,000円

(借方差異, 不利な差異) 40,000円

※製造間接費予定配賦率= $\frac{15,000,000+21,000,000}{6,000\text{時間}}$ =6,000円/時間

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| ① 120時間×@1,500円=180,000円 | ⑦ 30時間×@6,000円=180,000円 |
| ② 120時間×@6,000円=720,000円 | ⑧ 50時間×@1,500円=75,000円 |
| ③ 160時間×@1,500円=240,000円 | ⑨ 50時間×@6,500円=300,000円 |
| ④ 160時間×@6,500円=960,000円 | ⑩ 100時間×@1,500円=150,000円 |
| ⑤ 100,000円 | ⑪ 100時間×@6,000円=600,000円 |
| ⑥ 30時間×@1,500円=450,000円 | |

製造原価報告書の作成で注意すること

前月完成品No. 101の費用を除いた, No. 102以下の費用とする. たとえば, 直接材料費=500,000+100,000+200,000+300,000=1,100,000円

製造間接費が実際額で与えられているので, 製造間接費配賦差異はマイナスし, 予定額が当期製造費用に含まれるようにする.

月次損益計算書の作成では, 販売された製品が前月完成品でも当月完成品でも, すべて売上原価になることに注意する.

原価差異は売上原価にプラスし、売上原価が実際額で計算されるようにする。

第5問

- (1) 実際原価による単一工程単純総合原価計算における平均法での完成品原価と月末仕掛品原価を求める問題
 (2) 等価係数を利用して、完成品原価を製品Xと製品Yに配分する問題

(1)

① 月末仕掛品原価

$$\begin{aligned} \text{直接材料費} &= \frac{144,000\text{円} + 1,200,000\text{円}}{4,000\text{個} + 800\text{個} \times 1} \times (800\text{個} \times 1) = 224,000\text{円} \\ \text{加工費} &= \frac{86,000\text{円} + 1,300,000\text{円}}{4,000\text{個} + 800\text{個} \times 0.5} \times (800\text{個} \times 0.5) = 126,000\text{円} \\ &\quad \text{計} \quad \quad \quad 350,000\text{円} \end{aligned}$$

② 完成品原価

$$\begin{aligned} \text{直接材料費} &= (144,000 + 1,200,000)\text{円} - 224,000\text{円} = 1,120,000\text{円} \\ \text{加工費} &= (86,000 + 1,300,000)\text{円} - 126,000\text{円} = 1,260,000\text{円} \\ &\quad \text{計} \quad \quad \quad 2,380,000\text{円} \end{aligned}$$

③ 完成品単位原価 = 2,380,000円 ÷ 4,000個 = 595円/個

$$\begin{aligned} (2) \quad \text{製品X} \quad & 3,000\text{個} \times 1 = 3,000\text{個} \\ \text{製品Y} \quad & 1,000\text{個} \times 0.5 = \underline{500\text{個}} \\ & \text{計} 3,500\text{個} \end{aligned}$$

④ 製品Xの製造原価

$$2,380,000\text{円} \times \frac{3,000\text{個}}{3,500\text{個}} = 2,040,000\text{円}$$

⑤ 製品Xの単位原価 = 2,040,000円 ÷ ※3,000個 = 680円/個

⑥ 製品Yの製造原価

$$2,380,000\text{円} \times \frac{500\text{個}}{3,500\text{個}} = 340,000\text{円}$$

⑦ 製品Yの単位原価 = 340,000円 ÷ ※1,000個 = 340円/個

※実際生産量

第119回（2008年6月） 解き方と注意点**商業簿記****第1問 仕訳**

◎ 1. 特殊商品売買取引の中の買付委託者の仕訳

委託買付		委託買付	
債権	債務	300,000	2,494,000
			(2,194,000)

仕入 2,494,000 委託買付2,494,000

2. 修繕引当金300,000 未払金450,000

修繕費 150,000

3. 3月末が前回利払日なので、4月1日から6月5日までの利息が端数利息です。

4月(30日)＋5月(31日)＋6月(5日)＝66日

端数利息＝500,000円×0.0146× $\frac{66}{365}$ 日＝1,320円

現金 486,000 売買目的有価証券 485,000

有価証券売却損 320 有価証券利息 1,320

◎ 4.

	決算日確定額		中間納付額		決算日未払額
法人税	3,500,000 円	—	1,500,000 円	=	2,000,000 円
住民税	1,700,000	—	650,000	=	1,050,000
事業税	480,000	—	260,000	=	220,000
計	5,680,000 円		2,410,000 円		3,270,000 円

法人税等 5,680,000円 仮払法人税等 2,410,000円

未払法人税等 3,270,000円

※中間納付時に、仮払法人税等2,410,000 現金2,410,000の仕訳がなされている。

5. 会計年度は4月1日から3月31日。4月1日から11月30日までの月数は8カ月

減価償却費の計算

(900,000－900,000×0.1)円÷6年× $\frac{8}{12}$ カ月＝90,000円

減価償却累計費 405,000 車両 900,000

減価償却費 90,000

未決算 405,000

※後日、保険金が600,000円支払されたとき、現金600,000 未決算 405,000

保険差益195,000

と仕訳する.

第2問 伝票会計の流れ(順序)に従った素直な問題

解き方 各種伝票から仕訳し、仕訳日計表の各勘定、総勘定元帳の各勘定、および補助元帳に転記する.

注意点

- ①現金a/c, 仕入a/c, 売上a/c は仕訳から借方合計, 貸方合計を仕訳日計表の各勘定に記入する.
- ②他の勘定はTフォームの勘定に記入し, 借方合計, 貸方合計を仕訳日計表の各勘定に記入する.
- ③売掛金a/c の増減は, そのつど, 人名a/c に転記する. (本問では仕入先元帳の人名a/c への記入は省略)
- ④宮崎商店a/cの5月1日の残高は, 売掛金a/c の残高から福岡商店a/c の残高を差し引いて求める.
 $1,495,000\text{円} - 821,000\text{円} = 674,000\text{円}$
本問で唯一の応用力を問う箇所です. 得意先は宮崎商店と福岡商店の2店だけであるという, ことわり書きに注意すること.
- ⑤仕訳日計表の()内勘定は振替伝票No. 503の有価証券売却益
- ⑥摘要欄, 仕丁欄の記入も忘れないこと.

①入金伝票より

No. 101	現金	90,000	受取手形	90,000	
102	現金	285,000	売掛金	285,000	福岡商店貸方
103	現金	500,000	短期借入金	500,000	
104	現金	100,000	売掛金	100,000	宮崎商店貸方
105	現金	80,000	受取家賃	80,000	

②出金伝票より

No. 201	買掛金	110,000	現金	110,000	
202	租税公課	65,000	現金	65,000	
203	買掛金	220,000	現金	220,000	
204	消耗品費	72,000	現金	72,000	

簿記問題の解き方と注意点

205 支払手形 350,000 現金 350,000

③仕入伝票より

No. 301 仕入 336,000 買掛金 336,000

302 仕入 684,000 買掛金 684,000

303 仕入 297,000 買掛金 297,000

304 買掛金 19,000 仕入 19,000

④売上伝票より

No. 401 売掛金 374,000 売上 374,000 福岡商店借方

402 売掛金 773,000 売上 773,000 宮崎商店借方

403 売掛金 458,000 売上 458,000 福岡商店借方

404 売上 21,000 売上 21,000 宮崎商店貸方

⑤振替伝票より

No. 501 受取手形 250,000 売掛金 250,000 宮崎商店貸方

502 買掛金 600,000 売掛金 600,000 福岡商店貸方

503 未収金 492,000 売買目的有価証券 425,000

有価証券売却益 67,000

504 仮受金 220,000 売掛金 120,000 宮崎商店貸方

前受金 100,000

505 買掛金 415,000 支払手形 215,000

受取手形 200,000

以上の仕訳を仕訳日計表の各勘定に転記し、各勘定の借方合計、貸方合計を仕訳日計表に記入する。

飯塚 勲

現金		未収金		仮受金	
1,055,000	817,000	492,000		220,000	
受取手形		支払手形		売上	
250,000	90,000	350,000	215,000	21,000	1,605,000
	200,000				
売掛金		買掛金		受取家賃	
374,000	285,000	110,000	336,000		80,000
773,000	100,000	220,000	684,000		
458,000	21,000	19,000	297,000		
	250,000	600,000			
	600,000	415,000			
	120,000				
売買目的有価証券		短期借入金		仕入	
	425,000		500,000	1,317,000	19,000
		前受金		消耗品費	
			100,000	72,000	
				租税公課	
				65,000	

第3問 精算表の作成。決算整理事項その他(その他は未達事項)の仕訳を修正記入欄に記入し、決算整理前残高試算表の勘定金額を修正する。

1. 現金預金 500 有価証券利息 500

2.

(1) 仕訳なし。銀行側の調整項目

(2) 支払利息2,300 当座預金2,300

3. 貸倒引当金10,000 売掛金10,000

4.

受取手形残高150,000円＋売掛金残高(210,000円－10,000円)＝350,000円

350,000円×0.03＝10,500円、貸倒引当金残高＝11,200円－10,000円＝1,200円

差額補充額＝10,500円－1,200円＝9,300円

貸倒引当金繰入 9,300 貸倒引当金9,300

5.

売買目的有価証券の評価益

	帳簿価格	時価	
B社株式	85,000円	82,500円	
C社株式	62,300	65,000	
計	147,300円	147,500円	有価証券評価益 200

売買目的有価証券 200 有価証券評価益 200

◎A社社債は1. のA社社債であることに注意する.

社債発行差額＝額面50,000円－帳簿価額49,500円＝500円

年償却額＝500円÷5年＝100円

満期保有目的債権 100 有価証券利息 100

6.

期末棚卸高

「棚卸減耗損と商品評価損を独立した科目で表示する」という条件を満たすため、期末棚卸高は帳簿棚卸高にする。650個×@100円＝65,000円

棚卸減耗損＝(650－640)個×@100円＝1,000円

商品評価損＝40個×(100－90)円＝400円

仕入 58,000 繰越商品58,000(期首棚卸高振替)

繰越商品 65,000 仕入 65,000(期末棚卸高振替)

棚卸減耗損 1,000 繰越商品 1,400

商品評価損 400

7.

建物(4,000,000－4,000,000×0.1)円÷30年＝120,000円

備品(800,000－390,400)円×0.2＝81,920円

減価償却費 201,920 建物減価償却累計額 120,000

備品減価償却累計額 81,920

8.

9,000円× $\frac{7\text{ヵ月}}{36\text{ヵ月}}$ ＝1,750円

株式交付費償却1,750 株式交付費1,750

9.

商品保証引当金 35,800 商品保証引当金戻入 35,800

商品保証引当金繰入112,000 商品引当金 112,000

10.

6,600円× $\frac{2\text{ヵ月}}{12\text{ヵ月}}$ ＝1,100円

前払保険料1,100 保険料1,100

以上の仕訳を修正欄に記入する。アンダーラインを引いた勘定科目と金額に注意する。

工業簿記

第4問 工場独立会計における工場側の仕訳

(1)

購入代価 $2,000\text{kg} \times @1,000\text{円} = 2,000,000\text{円}$

引取運賃 160,000

計 2,160,000円

材料 2,160,000 本社 2,160,000

※材料の払出単価 $= 2,160,000\text{円} \div 2,000\text{kg} = @1,080\text{円}$

(2)

※直接材料費 $= 1,800\text{kg} \times @1,080\text{円} = 1,944,000\text{円}$

間接材料費 $= 100\text{kg} \times @1,080\text{円} = 108,000\text{円}$

※仕掛品 1,944,000 材料 2,052,000

製造間接費 108,000

(3)

直接工

直接労務費 $2,000\text{時間} \times @900\text{円} = 1,800,000\text{円}$

間接労務費 $120\text{時間} \times @900\text{円} = 108,000\text{円}$

間接労務費 $40\text{時間} \times @900\text{円} = 36,000\text{円}$

間接工

間接労務費 $1,400,000\text{円} - 400,000\text{円} + 300,000\text{円} = 1,300,000\text{円}$

※間接労務費合計 $108,000 + 36,000 + 1,300,000 = 1,444,000\text{円}$

仕掛品 1,800,000 賃金給料 3,244,000

製造間接費 1,444,000

(4)

製造間接費 800,000 設備減価償却累計額 800,000

※減価償却費 a/c が使われていないことに注意する

(5)

$$\text{製造間接費予定配賦率} = \frac{21,120,000\text{円}}{26,400\text{時間}} = 800\text{円/時間}$$

$$\text{製造間接費予定配賦額} = 800\text{円} \times 2,000\text{時間} = 1,600,000\text{円}$$

$$\text{仕掛品} 1,600,000 \quad \text{製造間接費} 1,600,000$$

第5問 実際原価による工程別単純総合原価計算における第1工程の月末仕掛品原価と完成品原価、第2工程の月末仕掛品原価と完成品原価を求める問題

問1 工程終点で発生した正常仕損費は完成品のみに負担させる

工程の途中で発生した正常仕損費は完成品と月末仕掛品に分担させる

問2 第1工程の月末仕掛品原価と完成品原価の計算

※「正常仕損を度外視する」という意味は、生産データの投入量360個が正常仕損30個を差し引いた数量になっているということ。つまり、当月投入量360個＝実際投入量390個－正常仕損30個になっていること。

(1) 月末仕掛品原価(先入先出法)

$$\begin{array}{l} \text{原料費} \quad \frac{\text{当月製造費用}}{\text{完成品数量} - \text{月初仕掛品換算量} + \text{月末仕掛品換算量}} \times \text{月末仕掛品換算量} \\ \quad \frac{666,000\text{円}}{(300+30)\text{個} - 30\text{個} \times 1 + 60\text{個} \times 1} \times (60\text{個} \times 1) = 111,000\text{円} \\ \text{加工費} \quad \frac{484,980\text{円}}{(300+30)\text{個} - 30\text{個} \times 0.6 + 60\text{個} \times 0.7} \times (60\text{個} \times 0.7) = 57,540\text{円} \\ \text{計} \quad 168,540\text{円} \end{array}$$

※正常仕損費を完成品のみに負担させるには、完成品数量に正常仕損量を加算する

(2) 完成品原価

(当月製造費用－月末仕掛品原価)＋月初仕掛品原価

$$\text{原料費} (666,000\text{円} - 111,000\text{円}) + 58,000\text{円} = 613,000\text{円}$$

$$\text{加工費} (484,980\text{円} - 57,540\text{円}) + 27,500\text{円} = 454,940\text{円}$$

$$\text{計} \quad 1,067,940\text{円}$$

問3

※第1工程完成品300個はすべて第2工程へ振り替えられているので、当月前工程費は1,067,940円です。

第2工程の月末仕掛品原価の計算(先入先出法)

※正常仕損費を月末仕掛品と完成品に分担させるには、完成品数量に正常仕損量を加算しない.

$$\begin{aligned}\text{前工程費} & \frac{1,067,940\text{円}}{270\text{個}-50\text{個}\times 1 + 20\text{個}\times 1} \times (20\text{個}\times 1) = 88,995\text{円} \\ \text{加工費} & \frac{724,500\text{円}}{270\text{個}-50\text{個}\times 0.5 + 20\text{個}\times 0.25} \times (20\text{個}\times 0.25) = 14,490\text{円} \\ & \text{計 } 103,485\text{円}\end{aligned}$$

第2工程の完成品原価の計算(先入先出法)

$$\begin{aligned}\text{前工程費} & (1,067,940\text{円} - 88,995\text{円}) + 220,000\text{円} = 1,198,945\text{円} \\ \text{加工費} & (724,500\text{円} - 14,490\text{円}) + 72,500\text{円} = 782,510\text{円} \\ & \text{計 } 1,981,455\text{円}\end{aligned}$$

本間は完成品原価1,981,455円が前工程費1,198,945円と加工費782,510円から構成されていることを問う問題です.

第120回（2008年11月） 解き方と注意点

商業簿記

第1問 仕訳

1.

売掛金 830,000 売上 830,000 ※原価＝450,000円＋630,000円＝1,080,000円
※仕入 1,080,000 試用品 1,080,000 発送時には、試用品1,080,000仕入1,080,000
の仕訳をしてあるので逆仕訳で相殺する

◎ 2.

発行価額＝1,500株×@75,000円＝112,500,000円
資本金組入額＝発行価額×1/2, 資本準備金組入額 残り
当座預金112,500,000 資本金 56,250,000
資本準備金 56,250,000
創立費 250,000 当座預金 250,000

3.

仕入割引800,000円×0.02＝16,000円
買掛金800,000 当座預金 784,000
仕入割引 16,000

4.

16,000,000円× $\frac{98.50\text{円}}{100\text{円}}$ ＝15,760,000円
当座預金 15,760,000 社債 15,760,000
社債発行費 650,000 現金 650,000

5.

建物21,000,000 当座預金 7,000,000
建設仮勘定 14,000,000

◎第2問 月初貸借対照表(前年末の貸借対照表)の勘定残高を月中取引の仕訳金額で修正し、月末残高試算表を作成する問題
※月中取引の金額が普通仕訳帳と特殊仕訳帳に与えられているので、合計転記、個別転記、二重転記の防止に注意する。

- ◎解き方 Tフォームの勘定に(A)月初残高を記入し、①普通仕訳帳の仕訳から転記し、
②つぎに特殊仕訳帳から転記する。当期純利益は資本金a/c残高に加えておく。

(C)普通仕訳帳より

- 1/1 (支払家賃)45,000 前払家賃45,000 ※1月は会計期間(年度)の期首でもあるので、
期首の再振替仕訳
1/10 当座預金 28,500✓ 受取手形30,000
手形売却損 1,500
1/18 当座預金 82,000✓
備品減価償却累計額 112,500 備品200,000
固定資産売却損 5,500
1/25 給料 85,000 所得税預り金 8,500
当座預金 76,500✓

(B)より

(1)当座預金出納帳より

当座預金	459,000	売上	120,000✓
		売掛金	168,500
	88,500	受取手形	28,500✓ ◎1/10に対応
		受取手形	60,000
		備品	82,000✓ ◎1/18に対応
仕入	90,000✓	当座預金	337,500
買掛金	116,000		
支払手形	25,000		
給料	76,500✓		
借入金	30,000		

(2)仕入帳より

仕入	310,000	当座預金	90,000✓
		買掛金	180,000
		支払手形	40,000✓

(3)売上帳より

当座預金	120,000✓	売上	450,000
売掛金	250,000		

簿記問題の解き方と注意点

受取手形 80,000✓

(4) 支払手形記入帳より

仕入 40,000✓ 支払手形 50,000

買掛金 10,000

(5) 受取手形記入帳より

受取手形 110,000 売上 80,000

売掛金 30,000

以上の仕訳を転記し、月末残高試算表を作成する。各勘定の記入を以下に示す。

当座預金		備品		所得税預り金	
324,500	337,500	500,000	1/18 200,000		1/25 8,500
459,000					
受取手形		備品減価償却累計額		固定資産売却損	
75,000	1/10 30,000	1/18 112,500	281,250	1/18 5,500	
110,000	60,000				
売掛金		支払手形		仕入	
198,500	168,500	25,000	35,000	310,000	
250,000	30,000		50,000		
貸倒引当金		買掛金		売上	
	2,870	116,000	126,000		450,000
		10,000	180,000		
繰越商品		借入金			
37,000		30,000	80,000		
前払家賃		資本金			
45,000	1/1 45,000		623,800		
			31,080		
支払家賃		固定資産売却損			
1/1 45,000		1/18 5,500			
手形売却損		給料			
1/10 1,500		1/25 85,000			

◎第3問 未達事項の仕訳と決算整理事項の仕訳を転記し、決算整理前残高試算表の金額を修正して、本支店の合併損益計算書と合併貸借対照表を作成する問題

資料Ⅱ 未達事項の仕訳

- 1) (本店) 現金預金 70,000 支店 70,000
- 2) (支店) 本店より仕入 391,000 本店 391,000
- 3) (支店) 備品 100,000 本店 100,000
- 4) (支店) 本店 260,000 受取手形 260,000
- 5) (本店) 支店 240,000 売掛金 240,000
- 6) (支店) 本店 30,000 受取手数料 30,000

飯塚 勲

7) (本店) 支払手形 210,000 支店 362,000

買掛金 152,000

8) (支店) 営業費 31,000 本店 31,000

本店 2,951,000 支店 2,951,000

支店へ売上8,809,000 本店より仕入 8,809,000

支店	
3,174,000	70,000
240,000	362,000
(2,951,000)	31,000

※上の仕訳を転記すれば、支店a/cと本店a/c、支店へ売上a/cと本店より仕入れの金額が一致するので、相殺消去する。

本店	
260,000	2,750,000
30,000	391,000
	100,000
	(2,951,000)

支店へ売上	
	8,809,000

本店より仕入	
8,418,000	
391,000	
(8,809,000)	

資料Ⅲ 決算整理事項の仕訳

◎1) 商品の期末棚卸高と期首棚卸高、売上原価の計算

本店 2,680,000

支店 2,027,000

－本店より仕入れ 1,449,000

外部仕入 578,000

支店の期末棚卸高

本店より仕入1,449,000

+未達商品 391,000

計1,840,000

※内部利益＝1,840,000×0.15/1+0.15＝240,000

原価＝1,840,000円－240,000円＝1,600,000円

内部仕入(原価) 1,600,000円

※外部仕入(原価) 578,000円

計 2,178,000円

本店2,680,000円

支店2,178,000円

計 4,858,000円

商品の期首棚卸高

本店3,840,000円

支店2,200,000(原価, 外部仕入)

計 6,040,000円

※精算表の作成ではないので、振替仕訳は不要

◎売上原価の計算

期首棚卸高6,040,000円

※当期仕入 23,960,000(=20,560,000円+3,400,000円)

計 30,000,000円

期末棚卸高 4,858,000

売上原価 25,142,000円

2)

受取手形(2,700,000+800,000)円-260,000円=3,240,000円

売掛金(3,500,000+1,100,000)円-240,000円=4,360,000円

計 7,600,000円

7,600,000円×0.05=380,000円

差額補充額=380,000円-(155,000+25,000)円=200,000円

貸倒引当金繰入200,000 貸倒引当金200,000

3)

建物

本店 3,000,000 円

支店 1,000,000

計 4,000,000 円

備品

本店 1,400,000 円

支店 300,000

100,000

計 1,800,000 円

減価償却費

建物(4,000,000-4,000,000×0.1)円÷30年=120,000円

備品(1,800,000-1,800,000×0.1)円÷6年=270,000円

飯塚 勲

減価償却費 390,000 建物減価償却累計額120,000
備品減価償却累計額270,000

4)

前払営業費168,000 営業費 168,000
 営業費 74,000 未払営業費 74,000

5)

(本店)未収手数料92,000 受取手数料 92,000
 (支店)未収手数料45,000 受取手数料 45,000

以上の仕訳を残高試算表の勘定に転記する。追記記入のない勘定は本店と支店の金額を合計すればよい。

※当期純利益は貸借対照表では繰越利益剰余金とする。

現金預金	減価償却費	貸倒引当金繰入	前払営業費
3,119,000	390,000	200,000	168,000
312,000			
70,000			
仕入	備品減価償却累計額	貸倒引当金	未払営業費
20,560,000	630,000	155,000	74,000
3,400,000	75,000	25,000	
391,000	270,000	200,000	
備品	建物減価償却累計額	売上	受取手数料
1,400,000	1,080,000	15,470,000	312,000
300,000	450,000	13,285,000	246,000
100,000	120,000		30,000
			92,000
			45,000
受取手形	支払手形	受取手数料	未収手数料
2,700,000 260,000	210,000 2,485,000	312,000	92,000
800,000	886,000	246,000	45,000
		30,000	
売掛金	買掛金		
3,500,000 240,000	152,000 3,268,000		
1,100,000	983,000		
	営業費		
	836,000 168,000		
	330,000		
	31,000		
	74,000		

工業簿記

第4問 実際個別原価計算における材料費、労務費、製造間接費、完成品原価の計算と仕訳

1. 材料6,400,000 買掛金6,240,000
 現金 160,000

2. ※先入先出法の払出単価に注意する。直接材料費の計算と仕訳

月初 1,500kg × @480円
 仕入 16,000kg × @400円
 計 10,750kg
 月末 6,750
 消費 10,750kg

消費高

#1 2,750kg 1,500kg × @480円 + 1,250kg × @400円 = 1,220,000円
 #2 6,925kg 6,925kg × @400円 = 2,770,000円
 #3 1,075kg 1,075kg × @400円 = 430,000円
 計 10,750kg 計 4,420,000
仕掛品4,420,000 材料4,420,000

3. 直接労務費および間接労務費の計算と仕訳

<u>直接労務費</u>	<u>間接労務費</u>
#1 2,200時間 × 1,000円 = 2,200,000円	800時間 × 1,000円 = 800,000円
#2 2,000時間 × 1,000円 = 2,000,000円	
#3 2,000時間 × 1,000円 = <u>2,000,000円</u>	
計 6,200,000円	
仕掛品6,200,000 賃金給料7,000,000	
<u>製造間接費 800,000</u>	

4. 製造間接費予定配賦額の計算と仕訳

第1部門@1,000円

#2 1,400時間 × 1,000円 = 1,400,000円
 #3 1,500時間 × 1,000円 = 1,500,000円
 計 2,900,000円

第2部門@2,000円

#1 1,650時間 × 2,000円 = 3,300,000円
 #2 800時間 × 2,000円 = 1,600,000円
 #3 750時間 × 2,000円 = 1,500,000
 計 6,400,000円

仕掛品9,300,000 製造間接費9,300,000

5. 完成製造指図書の原価の計算と仕訳

#1 完成品原価

月初仕掛品

直接材料費1,000,000円

直接労務費2,000,000円

製造間接費3,000,000円

小計 6,000,000円

当月製造費用

直接材料費1,220,000円

直接労務費2,200,000円

製造間接費3,300,000円

小計 6,720,000円

計 12,720,000円

12,720,000円

+ 7,770,000

合計20,490,000円

製品20,490,000 仕掛品20,490,000

#2 完成品原価

当月製造費用

直接材料費2,770,000(2.を参照)

直接労務費2,000,000(3.を参照)

製造間接費1,400,000(4.を参照)

1,600,000(4.を参照)

計 7,770,000

※ #1 完成品原価の計算では月初仕掛品原価6,000,000円も加算すること。

第5問 標準原価計算(標準原価による単一工程単純総合原価計算)における製造間接費総差異の計算と3分法による製造間接費総差異の分析

製造間接費総差異	① 88,000	(借)
予算差異	②	(借)
能率差異	③	(借)
操業度差異	④	(借)

①製造間接費総差異の計算

製造間接費総差異＝実際製造間接費－◎製造間接費標準配賦額

＝1,588,000円－1,500,000円

＝88,000円(借方差異, 不利な差異)

※差し引く順序により差異はプラスまたはマイナスになるので、プラスやマイナスには意味がない。実際額が超過していれば、売上原価に加算され、利益を減少させるので不利な差異と呼び、勘

定記入からは原価差異a/cの借方に記入されるので借方差異と呼ぶ。

◎標準配賦額の求め方

まず、標準配賦率 $= \frac{7,680,000\text{円} + 11,520,000\text{円}}{96,000\text{時間}} = 200\text{円/時間}$ を求める

つぎに、等価生産総量(完成品換算総量とも言う、1か月の生産量を完成品数量で表現した数量)に対応する(許容される)標準作業時間数を求める

$$\begin{aligned} \text{等価生産総量} &= \text{完成品数量} 2,400\text{個} - \text{月初仕掛品換算量} 200\text{個} \times 0.5 \\ &\quad + \text{月末仕掛品換算量} 400\text{個} \times 0.5 \\ &= 2,500\text{個} \end{aligned}$$

さらに、2,500個を製造するために必要な標準作業時間を求める

$$\begin{aligned} 2,500\text{個の製造に必要な標準作業時間} &= 2,500\text{個} \times 1\text{個当り標準作業時間} @ 3\text{時間} \\ &= 7,500\text{時間} \end{aligned}$$

求める標準配賦額 $= 7,500\text{時間} \times \text{標準配賦率} 200\text{円}$

$$= 1,500,000\text{円}$$

※製造間接費総差異の分析

◎以下の計算には変動費率(変動製造間接費配賦率)と固定比率(固定製造間接費配賦率)、月次の操業度、月次の固定費予算を求めておくことが必要となる。

$$\begin{aligned} \text{変動費率} &= \frac{7,680,000\text{円}}{96,000\text{時間}} = 80\text{円/時間} & \text{月次操業度} &= \text{年次操業度} 96,000\text{時間} \div 12\text{ヵ月} = 8,000\text{時間} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{固定比率} &= \frac{11,520,000\text{円}}{96,000\text{時間}} = 120\text{円/時間} & \text{月次固定費予算} &= \text{年次固定費予算} 11,520,000\text{円} \\ & & \div 12\text{ヵ月} &= 960,000\text{円} \end{aligned}$$

②予算差異 $= \text{製造間接費実際額} - \text{実際作業時間に対応する(許容される)製造間接費予算額}$

$$= 1,588,000\text{円} - (@80\text{円} \times 7,800\text{時間} + 960,000\text{円})$$

変動製造間接費 固定製造間接費月額

$$= 4,000\text{円(借方差異)}$$

③能率差異 $= (\text{実際作業時間} - \text{実際操業度に対応する標準作業時間}) \times \text{標準配賦率}$

実際作業時間

$$= (7,800 - 7,500)\text{時間} \times 200\text{円} (=80\text{円} + 120\text{円})$$

$$= 60,000\text{円(借方差異)}$$

↓

変動費と固定費を区別しないという問題の意味

(変動費だけで能率差異を計算する別法がある)

$$\begin{aligned}\text{④ 操業度差異} &= (\text{実際操業度} - \text{月次基準操業度}) \times \text{固定比率} \\ &= (7,800 - 8,000) \text{時間} \times 120 \text{円} \\ &= 24,000 \text{円}^* (\text{借方差異}) \\ &\quad \text{※ 操業不足による固定費負担額の不足額}\end{aligned}$$

第121回（2009年度） 解き方と注意点

商業簿記

第1問 仕訳

1. 支店相互間の取引を本店と各支店の取引として仕訳する

水戸支店 100,000 横浜支店 100,000

2. 平均法の単価を求める

200株×@6,600円=1,320,000円

200株×@7,000円=1,400,000円

100株×@6,400円= 640,000円

計 500株 計3,360,000円 3,360,000円÷500株=@6,720円

売却額 300株×@6,850円=2,055,000円

帳簿価額300株×@6,720円=2,016,000円

有価証券売却益 39,000円

当座預金 2,055,000 売買目的有価証券 2,016,000

有価証券売却益39,000

- ◎3. 資本準備金と利益準備金の合計が資本金の1/4になるまで、配当金の1/10を利益準備金として積み立てる.

1,500,000円×1/10=150,000円であるが,

さらに積立可能な金額は、資本金10,000,000円×1/4－既積立準備金

(2,000,000+400,000)円=100,000円であるため、100,000円だけ利益準備金を積み立てる.

繰越利益剰余金 2,100,000 利益準備金 100,000

未払配当金 1,500,000

新築積立金 500,000

4. 債務者に対する遡求債権を未収金とする

未収金 5,350,000 当座預金 5,350,000

債務保証 5,000,000 債務保証見返 5,000,000

5. 除却した備品は貯蔵品とする

貯蔵品 100,000 備品 500,000

備品減価償却累計額 315,000

固定資産除却損 85,000

第2問 5種類の伝票から仕訳日計表を作成するときの売掛金a/c, 買掛金a/c, 得意先元帳, 仕入先元帳への転記についての応用力を問う問題

1. 解き方 第1段階 各伝票の仕訳をする. 解き方 第2段階の説明と照合するために()内に数字を記入してある.

①入金伝票から

No. 101	現金	120,000	未収金	120,000	
102	現金	75,000	前受金	75,000	
103	現金	67,000	売掛金	67,000	宮崎商店a/c貸方
104	現金	(73,000)	売掛金	(73,000)	大分商店a/c貸方
105	現金	35,000	受取手数料	35,000	

②出金伝票から

No. 201	貸付金	300,000	現金	300,000	
202	買掛金	(65,000)	現金	(65,000)	愛知商店a/c借方
203	消耗品費	45,000	現金	45,000	
204	仮払金	100,000	現金	100,000	
205	買掛金	53,000	現金	53,000	岐阜商店a/c借方

③振替伝票から

No. 301	買掛金	150,000	売掛金	150,000	愛知商店a/c借方, 大分商店a/c貸方
◎ 302	受取手形(200,000)	売掛金	(200,000)		宮崎商店a/c貸方

※仕訳日計表の受取手形a/c借方合計200,000であり, (借方)受取手形は振替伝票

No. 302のみなので()内は200,000とする

303	買掛金	(180,000)	支払手形(180,000)		岐阜商店a/c借方
304	買掛金	(110,000)	受取手形(110,000)		愛知商店a/c借方
305	前受金	50,000	売掛金	50,000	大分商店a/c貸方
306	未収金	(256,000)	※売買目的有価証券(288,000)		

※有価証券売却損(32,000)

※は仕訳日計表の合計金額とする. 未収金の金額は貸借差額とする.

④仕入伝票から

No. 401	仕入	(216,000)	買掛金(216,000)		岐阜商店a/c貸方
402	仕入	(237,000)	買掛金(237,000)		愛知商店a/c貸方

403 仕入値引

買掛金 8,000 仕入 8,000 岐阜商店a/c借方

⑤売上伝票から

No. 501 売掛金 295,000 売上 295,000 宮崎商店a/c借方

502 売掛金 (321,000) 売上 (321,000) 大分商店a/c借方

503 売上戻り

売上 (6,000) 売掛金 (6,000) 宮崎商店a/c貸方

2. 解き方 第2段階 得意先元帳の人名a/cと仕入先元帳の人名a/cの()内数字と伝票の仕訳を照合する

1)

①宮崎商店a/cは残高284,000, 振替伝票No. 302の200,000, 残高84,000, 売上伝票No. 501の295,000を借方記入, 残高379,000, 貸方6,000を売上伝票No. 503の仕訳に記入, 残高373,000

②大分商店a/cは入金伝票73,000を貸方記入, 残高325,000, 残高175,000, 振替伝票No. 305の50,000を貸方記入, 残高125,000, 残高446,000から借方321,000を売上伝票No. 502の()に記入

2)

①愛知商店a/cは借方数字が与えられているので残高323,000, 175,000, 110,000, 237,000と記入できる。110,000は振替伝票No. 304の仕訳の()に記入, 237,000は仕入伝票No. 402の仕訳の()に記入

②岐阜商店a/cは出金伝票No. 205の仕訳の金額53,000を借方記入, 180,000は振替伝票No. 303の仕訳の()に記入

◎③仕訳日計表の買掛金a/c貸方合計453,000－愛知商店a/c貸方合計237,000＝岐阜商店a/c貸方合計216,000

仕入伝票No. 401の仕訳()に216,000記入

以上で各伝票からの仕訳の()内が完成する

3. 解き方 第3段階

各伝票からの仕訳を仕訳日計表の各勘定に転記する

飯塚 勲

現金a/cの借方と貸方，仕入a/cの借方，売上a/cの貸方は伝票の合計額を転記する。
他は個別転記する。

Tフォームの各勘定へ転記して結果は次のようになる。

現金		貸付金		仕入	
370,000	563,000	300,000		453,000	8,000
受取手形		支払手形		消耗品費	
200,000	110,000		180,000	45,000	
売掛金		買掛金		有価証券売却損	
295,000	67,000	65,000	453,000	32,000	
321,000	73,000		53,000		
	150,000		150,000		
	200,000		180,000		
	50,000		110,000		
	6,000		8,000		
売買目的有価証券		売上		前受金	
	288,000	6,000	616,000	50,000	75,000
仮払金		受取手数料			
100,000			35,000		
(未収金)					
256,000	120,000				

4. 解き方 第4段階 仕訳日計表の売掛金a/cと買掛金a/cから総勘定元帳の売掛金a/cの()と買掛金a/cの()に記入する

第3問 決算整理事項その他の仕訳を修正記入欄に記入し，残高試算表の勘定残高を修正して精算表を完成する問題。仕訳を間違えないこと。

1.

(1) 現金預金14,000 受取手形14,000

※取り立て依頼のため所有する受取手形を銀行に渡した時点では受取手形の減少はなく取引が発生していないので，仕訳がなされていない。また，残高試算表に当座預金a/cがないので，現金預金a/cで処理する。

(2) 現金預金9,000 買掛金9,000

※小切手を振り出したときに，買掛金9,000 現金預金9,000の仕訳をしているので，逆仕訳で取り消す。

2. 貸倒引当金10,000 売掛金10,000

※借方を貸倒損失としないこと

3. 売上債権＝受取手形＋売掛金

$\{43,000 + (147,000 - 10,000)\} \text{円} \times 0.03 = 5,400 \text{円}$, 差額補充額＝5,400円－(11,500－10,000)円＝3,900円 (1)で減少している

(2)で減少している

貸倒引当金繰入3,900 貸倒引当金3,900

◎ 4.

※売買目的有価証券は時価で評価し、評価益だけ増額する(評価損なら減額する)

	<u>時価</u>	<u>帳簿価額</u>	
A株式	61,000	65,000	
B株式	<u>57,500</u>	<u>52,000</u>	
計	118,500	117,000	評価益1,500円

売買目的有価証券1,500 有価証券評価益1,500

※取得した社債の償還期間＝経過した2年＋未経過3年＝5年,

額面50,000－帳簿価額47,000＝3,000円

年償却額＝3,000円÷3年＝1,000円, 年償却額だけ満期保有目的債権を増額し、貸方は有価証券利息とする.

満期保有目的債権1,000 有価証券利息1,000

◎ 5.

棚卸減耗損＝(1,000－980)個×@50円(原価)＝1,000円

商品評価損＝10個×(50－30)円＝200円

帳簿価額＝1,000個×@50円＝50,000円

※売上原価は仕入の行で計算するとは、商品の期首棚卸高の振替仕訳をすること.

棚卸減耗損と商品評価損を独立の科目とする(売上原価の内訳科目とするとも書かれる)とは、商品の期末棚卸高を帳簿価額としておくことを意味する.

仕入	51,000	繰越商品	51,000(期首商品棚卸高の振替)
繰越商品	50,000	仕入	50,000(期末商品棚卸高の振替)
棚卸減耗損	1,000	繰越商品	1,200
商品評価損	200		

6. 減価償却費の計上

建物 $(3,000,000 - 3,000,000 \times 0.1) \div 30 \text{年} = 90,000 \text{円}$

備品 $(500,000 - 180,000) \text{円} \times 0.2 = \underline{\quad 64,000 \text{円} \quad}$

計 154,000円

減価償却費154,000 建物減価償却累計額90,000

備品減価償却累計額64,000

◎ 7. 社債発行費残高5,000円は既に1年分の償却額だけ減少していることに注意する.

償還期間5年－経過年数1年＝残りの償還期間4年

5,000円÷4年＝1,250円

社債発行費償却1,250 社債発行費1,250

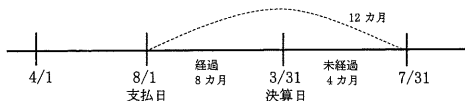
8. 社債発行差額の償却額だけ社債を増額し, 借方は社債利息とする.

社債発行差額＝額面－発行価額＝500,000円－500,000円× $\frac{97}{100}$ ＝15,000円

15,000円÷償還期間5年＝3,000円

社債利息3,000 社債3,000

9. 前払保険料の計上



4/1～7/31の未経過4ヶ月分の保険料を前払保険料a/cに振り替える

6,480円× $\frac{4}{12}$ ＝2,160円

前払保険料2,160 保険料2,160

以上の仕訳を精算表の修正記入欄に記入し, 費用・収益の残高をP/L欄に, 資産・負債・資本の残高をB/S欄に移記すればよい.

工業簿記

第4問 月次製造原価報告書と月次損益計算書を作成する問題

◎直接材料費 素材と部品の消費高を直接材料費とする

月初棚卸高 素材 800,000＋部品200,000＝1,000,000

当月仕入高 素材3,000,000＋部品800,000＝3,800,000

計 4,800,000

月末棚卸高 素材700,000＋部品100,000＝ 800,000 (4,000,000)

直接労務費(直接工) 1,600,000－200,000＋300,000＝1,700,000 (1,700,000)

補修材料費 50,000＋100,000－40,000＝110,000

燃料費 80,000＋300,000－70,000＝310,000 (420,000)

簿記問題の解き方と注意点

間接労務費(間接工) $600,000 - 80,000 + 60,000 = 580,000$ (580,000)
 電力料(150,000) + 保険料(200,000) + 減価償却費(500,000) + 水道料金(100,000) 950,000
 (1,950,000)
 ◎製造間接費配賦差異 $\oplus$ (50,000)
 予定配賦額 $4,000,000 \times 0.5 = 2,000,000$ 円 (2,000,000)
 実際額 1,950,000
 ※配賦超過 50,000 ※当月製造費用に含め、P/Lの売上原価から差し引く
 当月製造費用 (7,700,000)
 月初仕掛品原価 (1,200,000) 資料より
 計 8,900,000
 一月末仕掛品原価 (1,400,000) 資料より
 当月製品製造原価 (7,500,000)
 (完成品原価)

売上原価
 月初製品有高 (800,000) 資料より
 当月製品製造原価 (7,500,000)
 計 (8,300,000)
 ○月末製品有高 (600,000)
 ◎○原価差異 (50,000)
 (7,650,000)

第5問 単一工程組別総合原価計算における先入先出法による完成品原価と月末仕掛品原価の計算および仕掛品a/cの記入

組別総合原価計算表 先入先出法

	X 製品		Y 製品	
	原料費	加工費	原料費	加工費
月初仕掛品原価	102,500	④ (222,500)	—	—
当月製造費用	424,000	⑤ (1,400,000)	954,000	⑩ (600,000)
合計	526,500	⑥ (2,622,500)	954,000	⑪ (600,000)
月末仕掛品原価	① (159,000)	⑦ (240,000)	—	—
完成品総合原価	② (367,500)	⑧ (1,382,500)	954,000	⑫ (600,000)
完成品単位原価	③ (1,050)	⑨ (3,950)	3,180	⑬ (2,000)

- ① $\frac{424,000\text{円}}{350\text{kg}-100\text{kg} \times 1 + 150\text{kg} \times 1} \times (150\text{kg} \times 1) = 159,000$
 ◎② $(424,000 - 159,000)\text{円} + 102,500\text{円} = 367,500\text{円}$
 ③ $367,500\text{円} \div 350\text{kg} = 1,050\text{円/kg}$

④月初仕掛品はX製品のみなので、加工費222,500円はすべてX製品加工費とする

◎⑤当月製造間接費をX製品とY製品に配分する

$$\text{X製品} \quad 1,200,000\text{円} \times \frac{560,000\text{円}}{800,000\text{円}} = 840,000\text{円}$$

$$\text{Y製品} \quad 1,200,000\text{円} \times \frac{240,000\text{円}}{800,000\text{円}} = 360,000\text{円}$$

$$\text{X製品加工費} = \text{直接労務費} 560,000 + 840,000 = 1,400,000\text{円}$$

$$\text{⑥} 222,500\text{円} + 1,400,000\text{円} = 1,622,500\text{円}$$

$$\text{⑦} \frac{1,400,000\text{円}}{350\text{kg} - 100\text{kg} \times 0.6 + 150\text{kg} \times 0.4} \times (150\text{kg} \times 0.4) = 240,000\text{円}$$

$$\text{◎⑧} (1,400,000 - 240,000)\text{円} + 222,500\text{円} = 1,382,500\text{円}$$

$$\text{⑨} 1,382,500\text{円} \div 350\text{kg} = 3,950\text{円/kg}$$

$$\text{⑩ Y製品当月加工費} = \text{直接労務費} 240,000\text{円} + 360,000\text{円} = 600,000\text{円}$$

$$\text{⑪} \cdot \text{⑫} 600,000\text{円}, \text{⑬} 600,000\text{円} \div 300\text{個} = 2,000\text{円/個}$$

仕掛品					
月初有高 ①	(325,000)	X製品 ④	(1,750,000)		
原料費 ②	(1,378,000)	Y製品 ⑤	(1,554,000)		
直接労務費③	(800,000)	月末有高⑥	(399,000)		
製造間接費	1,200,000				
⑦	<u>(3,703,000)</u>	⑧	<u>(3,703,000)</u>		

① X製品の月初仕掛品原価のみ

$$102,500\text{円} + 222,500\text{円} = 325,000\text{円}$$

② X製品とY製品の当月原料費合計

$$424,000\text{円} + 954,000\text{円} = 1,378,000\text{円}$$

③ X製品とY製品の当月直接労務費合計

$$\text{原価データより} 800,000\text{円}$$

④ X製品の完成品総合原価

$$367,500\text{円} + 1,382,500\text{円} = 1,750,000\text{円}$$

⑤ Y製品の完成品総合原価

$$954,000\text{円} + 600,000\text{円} = 1,554,000\text{円}$$

⑥ X製品の月末仕掛品原価のみ

$$159,000\text{円} + 240,000\text{円} = 399,000\text{円}$$

⑦・⑧ 合計額

第122回（2009年度） 解き方と注意点

商業簿記

第1問 仕訳

1. $800円 \times 1,500株 \times 1/2 = 600,000円$ (発行価額 $\times 1/2$)

当座預金 1,200,000 資本金 600,000

資本準備金 600,000

2. $300,000円 \times 0.7 = 210,000円$

売掛金 $= 300,000円 - 210,000円 = 90,000円$

当座預金 $= 210,000円 - 手形売却損(割引料) 2,500円 = 207,500円$

当座預金 207,500 売上 300,000

手形売却損 2,500

売掛金 90,000

3. 帳簿価額 $1,000,000円 \times \frac{98円}{100円} = 980,000円$

売却額 $1,000,000円 \times \frac{96円}{100円} = 960,000円$

有価証券売却損 $980,000円 - 960,000円 = 20,000円$

◎端数利息 $1,000,000円 \times 0.03 \times 146日 / 365日 = 12,000円$

20.9.30～21.2.23の日数 $= (10月) 31日 + (11月) 30日 + (12月) 31日 + (1月) 31日 + (2月) 23日 = 146日$

当座預金 972,000 売買目的有価証券 980,000

有価証券売却損 20,000 有価証券利息 12,000

4. 減価償却費年額 $= (2,000,000 - 2,000,000 \times 0.1) \div 30年 = 60,000円$

◎当期の減価償却費 $60,000円 \times \frac{10ヵ月}{12ヵ月} = 50,000円$

4/1～焼失1/31 10ヵ月経過

※存在しなくなった建物に減価償却引当金を計上しないこと

建物減価償却累計額 300,000 建物 2,000,000

減価償却費 50,000

未決算 1,650,000

5. 法人税等 1,800,000 仮払法人税等 800,000

◎第2問 特殊仕訳帳からの合計転記、個別転記、2重転記防止の応用問題

各特殊仕訳帳からの仕訳を書き、他の特殊仕訳帳からの仕訳を照合して、わかる金額から()内に記入する。

仕入a/c ①の金額は2重転記防止合計額から、わかっている借方2重転記防止額を差し引けば求まる。()内の金額は※解答の順序を参照すること。

①当座預金出納帳より

当座預金(㉑1,704,000)	売上(㉐576,000)	✓
	受取手形	360,000
	売掛金	624,000
	緒口	144,000
仕入(㉒540,000)✓	当座預金	1,551,000
支払手形(㉓496,000)		
買掛金	432,000	
諸口	83,000	

②売上帳より

売掛金792,000 ※売上2,232,000 ※純売上高2,160,000+売上戻り72,000=総売上高2,232,000
 売上72,000 売掛金 72,000
 当座預金(㉔576,000)✓
 受取手形(㉕864,000)✓

③仕入帳より

仕入2,080,000 買掛金(㉖856,000) ※純仕入高2,045,000+仕入値引35,000=2,080,000
 買掛金35,000 仕入 35,000
 当座預金 540,000✓
 支払手形(㉗684,000)✓

④受取手形記入帳より

受取手形1,584,000 売上 864,000✓
 売掛金 720,000

⑤支払手形記入帳より

仕入(㉘684,000)✓ 支払手形(㉙2,052,000)
 買掛金1,368,000

※解答の順序

資料Ⅱより、未処理事項の仕訳

1. 前受金160,000 売上160,000
2. 資料Ⅲ, 決算整理事項の5. 参照

1 年目 $200,000 \text{円} \times 0.2 = 40,000 \text{円}$
 2 年目 $(200,000 - 40,000) \text{円} \times 0.2 = 32,000 \text{円}$
 3 年目 $\{200,000 - (40,000 + 32,000)\} \text{円} \times 0.2 = 25,600 \text{円}$
 4 年目 $\{200,000 - (40,000 + 32,000 + 25,600)\} \text{円} \times 0.2 = 20,480 \text{円}$ 合計 118,080 円

5年目(200,000－118,080)円×0.2＝16,384円	
貯蔵品	50,000 備品 200,000
備品減価償却累計額	118,080
<u>減価償却費</u>	<u>16,384</u>
固定資産除去損	15,536

3. 現金預金60,000 償却債權取立益60,000

1. 売上債権=受取手形+売掛金=213,000+287,000=500,000
 $500,000 \text{ 円} \times 0.03 = 15,000 \text{ 円}$, 差額補充額=21,000-15,000=6,000円

貸倒引当金繰入6,000 貸倒引当金6,000

2. 棚卸減耗損と商品評価損を売上原価の内訳科目にする.

条件を満たすため、期末商品棚卸高は、帳簿価額とする.

期末商品棚卸高380個×950円=361,000円

期首商品棚卸高は残高試算表の金額321,000円

棚卸減耗損=(380-360)個×950=19,000円

商品評価損=(950-890)円×70個=4,200円

※有価証券と異なり、商品(棚卸資産)には評価益を計上できないことに注意する

※※精算表の作成問題ではないので、繰越商品の振替仕訳などは不要です

3. 評価益だけ売買目的有価証券を増額する

A, B, C別々に評価益と評価損を計算し、正味評価益を求めてもよいが、時価合計と帳簿価額合計を比較して評価益を求めることにする.

時価	帳簿価額
228,230	182,560
477,210	397,440
319,000	321,000
計 1,024,440	- 901,000 = 評価益 123,440 円

売買目的有価証券 123,440 有価証券評価益 123,440

4. 減価償却費の計上

建物 (2,800,000-2,800,000×0.1)÷30年=84,000円

備品 {(900,000-200,000)-(408,480-118,080)}×0.2=81,920円

減価償却費 165,920 建物減価償却累計額 84,000

備品減価償却累計額 81,920

5. 3種類の仕訳が要求されている

①社債発行差額の償却

社債発行差額=1,500,000円-1,500,000円× $\frac{97.50\text{円}}{100\text{円}}$ =37,500円

年償却額=37,500÷5年=7,500円

※1年目は発行日(19.12.1)から決算日(20.3.31)まで4ヵ月経過しただけであるが、定額法は5年間で均等償却するため、月割計算しないで年償却額とする.

社債利息7,500 社債7,500

②未払社債利息の計上

社債利息27,000 未払社債利息27,000

③社債発行費の償却、※月割計算をする

5年×12ヵ月-4ヵ月(19.12.1~20.3.31)=残りの月数56ヵ月

残価112,000円× $\frac{12\text{ヵ月}}{56\text{ヵ月}}$ =24,000円

社債発行費償却24,000 社債発行費24,000

6. のれんの償却, ※月割計算をする

18.4.1~20.3.31, 2年経過 2年×12ヵ月=24ヵ月

10年×12ヵ月-24ヵ月=残りの月数96ヵ月

残高336,000円× $\frac{12\text{ヵ月}}{96\text{ヵ月}}$ =42,000円

のれん償却額42,000 のれん42,000

7. 前払保険料の計上

※保険料残高16,800円は15ヵ月であることに注意する

保険料	
15ヵ月分	期首再振替 3ヵ月分
	当期支払 12ヵ月分

20.7.1~21.3.31=9ヵ月(経過)
21.3.31~21.6.30=3ヵ月(未経過)

168,000円× $\frac{3\text{ヵ月(未経過)}}{15\text{ヵ月}}$ =33,600円

前払保険料33,600 保険料33,600

8. 消耗品費の計上

92,500円-18,000円=74,500円

消耗品費74,500 消耗品74,500

9. 未収受取利息の計上

11.1~3.31 5ヵ月経過

4.1~10.31 5ヵ月未経過

800,000円×0.066× $\frac{5\text{ヵ月}}{12\text{ヵ月}}$ =22,000円

未収受取利息22,000 受取利息22,000

10. 以上から解答用紙のP/Lを完成すれば税引前当期純益が求まり, これに税率を乗ずれば法人税等が求まる.

※解答用紙P/Lの金額, 残高試算表の残高または残高に加減した金額, あるいは当期計上した金額になる.

売上高 9,278,000+160,000=9,438,000円

期首商品棚卸高, 残高試算表の残高は, 期首商品棚卸高であることに注意する

当期商品仕入高, 残高試算表金額

期末商品棚卸高, 帳簿価額とすること

棚卸減耗費19,000 }
 商品評価損 4,000 } 売上原価の内訳科目とする。売上原価の下に記入し、売上原価を増額する

保険料 $168,000 - 33,600 = 134,400$ 円

減価償却費 $16,384 + 165,920 = 182,304$

社債利息 $54,000 + 7,500 + 27,000 = 88,500$ 円

工業簿記

第4問 材料費会計の問題

- ① 主要材料、部品、消耗品の仕入を材料a/c借方に記入する
 ② 主要材料と部品の消費額は直接材料費なので仕掛品a/c借方に記入する
 ③ 消耗品の消費額は間接材料費なので製造間接費a/c借方に記入する
 ④ 製造間接費配賦額は仕掛品a/c借方と製造間接費a/c貸方に記入する

※解き方 (1) 6月中取引の仕訳をする

6/2 材料	2,800,000	買掛金	2,800,000
3 材料	1,300,000	買掛金	1,300,000
5 仕掛品	4,200,000	材料	4,200,000
8 材料	130,000	現金	130,000
12 材料	1,000,000	買掛金	1,000,000
15 仕掛品	800,000	材料	800,000
20 材料	80,000	買掛金	80,000
24 材料	2,670,000	現金	2,670,000
25 仕掛品	3,000,000	材料	3,000,000
30 製造間接費	200,000	材料	200,000

材 料			
6/1 月初有高	1,000,000	6/30 消費高②	(8,200,000)
6/30 仕入高①	(7,980,000)	" 原価差異③	(200,000)
		" 月末有高	580,000
④	(8,980,000)	⑤	(8,980,000)

製造間接費			
6/30 間接材料費⑥	(200,000)	6/30 予定配賦額⑦	(3,000,000)
" 間接労務費	1,850,000	" 原価差異	50,000
" 間接経費	1,000,000		
⑧	(3,050,000)	⑨	(3,050,000)

仕 掛 品			
6/1 月初有高⑩	(2,000,000)	6/30 完成高	16,000,000
6/30 直接材料費⑪	(8,000,000)	" 月末有高	4,000,000
" 直接労務費	7,000,000		
" 製造間接費⑫	(3,000,000)		
⑬	(20,000,000)	⑭	(20,000,000)

買 掛 金			
6/30 現金支払い⑮	(5,580,000)	6/1 月初有高	1,200,000
" 月末残高	800,000	6/30 材料仕入高⑯	(5,180,000)
⑰	(6,380,000)	⑱	(6,380,000)

(2) 仕訳全額から勘定記入金額を求める。わかるところから埋める。

①材料仕入高	②材料消費高
2,800,000	3,000,000
1,300,000	1,200,000
130,000	800,000
1,000,000	3,000,000
80,000	<u>+ 200,000</u>
<u>+ 2,670,000</u>	計 8,200,000
計 7,980,000円	

④借方合計

⑤, ④と同額

③ $8,980,000 - (8,200,000 + 580,000)$

⑥ 6/30(工場)消耗品消費高200,000円

⑧借方合計

⑨, ⑧と同額

⑦ $3,050,000 - 50,000 = 3,000,000$ 円

⑭貸方合計

⑬, ⑭と同額

⑫, ⑦と同額

⑪ 4,200,000

800,000

+ 3,000,000

計 8,000,000

⑩ $20,000,000 - (8,000,000 + 7,000,000 + 3,000,000) = 2,000,000$ 円

⑮ 2,800,000

1,300,000

1,000,000

+ 80,000

計 5,180,000

⑰貸方合計

⑩, ⑪と同額

⑮ $6,380,000 - 800,000 = 5,580,000$ 円**第5問 実際原価による単一工程単純総合原価計算の問題.**

工程終点で発生した正常減損費を完成品のみに負担させる.

※等価生産総量から減損数量を差し引かないで配分単費を計算する.

(1)

総合原価計算表 (単位: 円) 先入先出法

	原料費	加工費	合計
月初仕掛品原価	106,800	90,600	197,400
当月製造費用	1,200,000	2,040,000	3,240,000
合計	1,306,800	2,130,600	3,437,400
差引: 月末仕掛品原価	① (48,000)	③ (40,000)	⑤ (88,000)
完成品原価	② (1,258,800)	④ (2,090,600)	⑥ (3,349,400)

$$\textcircled{1} \frac{1,200,000 \text{円}}{(5,000+200) \text{kg} - 400 \text{kg} \times 1 + 200 \text{kg} \times 1} \times (200 \text{kg} \times 1) = 48,000 \text{円}$$

$$\textcircled{2} 1,306,800 - 48,000 = 1,258,800 \text{円}$$

$$\textcircled{3} \frac{2,040,000 \text{円}}{(5,000+200) \text{kg} - 400 \text{kg} \times 0.5 + 200 \text{kg} \times 0.5} \times (200 \text{kg} \times 0.5) = 40,000 \text{円}$$

$$\textcircled{4} 2,130,600 - 40,000 = 2,090,600 \text{円}$$

$$\textcircled{5} 48,000 + 40,000 = 88,000 \text{円}$$

$$\textcircled{6} 3,437,400 - 88,000 = 3,349,400 \text{円}$$

(2) 平均法

(1)の①～⑥を平均法で計算する

$$\textcircled{1} \frac{1,306,800 \text{円}}{(5,000+200) \text{kg} + 200 \text{kg} \times 1} \times (200 \text{kg} \times 1) = 48,400 \text{円}$$

$$\textcircled{2} 1,306,800 - 48,400 = 1,258,400 \text{円}$$

$$\textcircled{3} \frac{2,130,600}{(5,000+200) \text{kg} + 200 \text{kg} \times 0.5} \times (200 \text{kg} \times 0.5) = 40,200 \text{円}$$

$$\textcircled{4} 2,130,600 - 40,200 = 2,090,400 \text{円}$$

$$\textcircled{5} 48,400 + 40,200 = 88,600 \text{円}$$

$$\textcircled{6} 3,437,400 - 88,600 = 3,348,800 \text{円}$$

月末仕掛品原価 = 88,600円

完成品総合原価 = 3,348,800円

(参考1) ※先入先出法の月末仕掛品原価と完成品原価を求める計算式(直接材料費又は原

簿記問題の解き方と注意点

料費と加工費を別々に計算する)

$$\text{①月末仕掛品原価} = \frac{\text{当月製造費用}}{\text{完成品数量} - \text{月初仕掛品数量} \times \text{換算率} + \text{月末仕掛品数量} \times \text{換算率}} \times (\text{月末仕掛品数量} \times \text{換算率})$$

分母の等価生産総量(完成品換算総量, 1ヵ月の生産量を完成品数量で示した数字)は別法として月初仕掛品数量 $\times$ (1－換算率)＋当月投入数量－月末仕掛品数量 $\times$ (1－換算率)でもよい.

$$\text{②完成品原価} = \text{当月製造費} - \text{月末仕掛品原価} + \text{月初仕掛品原価}$$

※平均法の月末仕掛品原価と完成品原価を求める計算式(直接材料費又は原料費と加工費を別々に計算する)

$$\text{①月末仕掛品原価} = \frac{\text{月初仕掛品原価} + \text{当月製造費用}}{\text{完成品数量} + \text{月末仕掛品数量} \times \text{換算率}} \times (\text{月末仕掛品数量} \times \text{換算率})$$

分母の等価生産総量は月初仕掛品数量＋当月投入数量－月末仕掛品数量 $\times$ (1－換算率)でもよい.

$$\text{②完成品原価} = (\text{月初仕掛品原価} + \text{当月製造費用}) - \text{月末仕掛品原価}$$

(参考2)正常減損費を完成品と月末仕掛品に分担させるときは, 減損量を加えない完成品数量を等価生産総量を求める分母の計算式で用いる(本文では5,000kg).

第123回（2009年11月） 解き方と注意点

商業簿記

第1問 仕訳

1.

①当座預金 135,000 受取手形135,000

②仕訳なし。未取付小切手は銀行側の調整項目。よく出題されるので注意すること。

③当座預金 68,000 未払金 68,000

2.

現金 150,000 不渡手形 518,000

貸倒引当金 300,000

貸倒損失 68,000

3.

受取手形 980,000 売上 980,000

仕入 650,000 未着品 650,000

4.

社債発行差額＝額面5,000,000円－発行価額5,000,000円× $\frac{97.50\text{円}}{100\text{円}}$ ＝125,000円

年償却額＝125,000円÷5年＝25,000円

社債利息＝5,000,000円×0.012× $\frac{6\text{ヵ月}}{12\text{ヵ月}}$ ＝30,000円

社債利息 25,000 社債 25,000

社債 5,000,000 当座預金 5,030,000

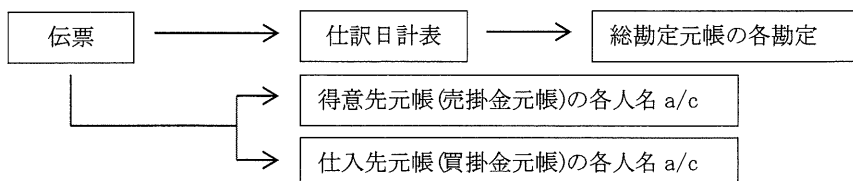
社債利息 30,000

5.

修繕引当金 400,000 未払金 600,000

修繕費 200,000

◎第2問 伝票会計の応用問題



簿記問題の解き方と注意点

上図の記帳の流れに従った仕訳と転記の実務問題であれば易しいが、本問は応用力を問う難問です。本問の特徴は①仕訳日計表に1部分の勘定の借方合計と貸方合計が与えられている。②得意先元帳の熊本商店a/cは残高欄の数字から貸方の金額を推定する。③宮崎商店a/cは仕訳日計表の前受金a/cの金額に対応する。

④佐賀商店a/cは仕訳日計表の受取手形a/cの金額に対応する。⑤売上戻りの金額は佐賀商店a/cである。

⑥売掛金a/cの前月繰越は得意先3商店の前月繰越の合計である。という点にある。特に⑤の計算に気づくことが難しい。

※解き方は、各伝票から仕訳をして各勘定に転記し、各勘定の借方合計と貸方合計を1日分の合計額として仕訳日計表の借方と貸方に転記すればよい。仕訳日計表の借方と貸方に記入されている金額は伝票からの合計額の記入であるから増減の追加記入がないことに注意する。

※実務では本問のような記帳の流れはありえない。本問は伝票会計の応用力を問う高度な問題であり、20分～30分の限られた時間配分で解くことが難しい。解き方になれば、類似問題にであったときには素早く解けるようにしておくことが大切です。

(1) 入金伝票より

No. 101 現金88,000 仮受金88,000 仕訳日計表の仮受金a/cより
102 現金35,000 売掛金35,000 宮崎商店a/cより, 宮崎商店貸方記入済
103 現金45,000 前受金45,000
104 現金55,000 売掛金55,000
熊本商店a/cより (195,000 - 140,000 = 55,000), 熊本商店貸方記入
105 現金115,000 未収金115,000

(2) 出金伝票より

No. 201 買掛金 121,000 現金121,000
202 前払金 55,000 現金 55,000 仕訳日計表より
203 買掛金 80,000 現金 80,000
204 立替金 36,000 現金 36,000
205 消耗品費 3,200 現金 3,200

(3) 振替伝票より

No. 301 買掛金 40,000 前払金 40,000
302 買掛金 120,000 売掛金 120,000 熊本商店a/cより
303 受取手形 144,000 売掛金 144,000 仕訳日計表より, 佐賀商店貸方記入

飯塚 勲

304 買掛金 135,000 支払手形135,000 仕訳日計表より
305 前受金 25,000 売掛金 25,000 仕訳日計表より, 宮崎商店貸方記入
306 備品減価償却累計額195,000 備品250,000 仕訳日計表より
未収金 47,000
固定資産売却損 8,000

(4)仕入伝票より

No. 401 仕入148,000 買掛金148,000
402 仕入138,000 買掛金138,000
仕訳日計表より, 買掛金合計286,000-No. 401の148,000=138,000円
403 買掛金19,000 仕入19,000

(5)売上伝票より

No. 501 売掛金 186,000 売上186,000 熊本商店a/c借方記入
502 売掛金 162,000 売上162,000 佐賀商店a/cより, 169,000-7,000=162,000円
503 売掛金 126,000 売上126,000
宮崎商店a/cより, 231,000-105,000=126,000円
※504 売上 21,000 売掛金21,000 佐賀商店貸方記入

※売上戻りの計算

仕訳日計表の売掛金a/c貸方合計400,000円から3つの商店a/cの貸方合計を差し引く
400,000円- {熊本商店(55,000+120,000)+佐賀商店(144,000)+
宮崎商店(35,000+25,000)} 円=21,000円

この21,000円を売上戻りとして佐賀商店貸方に記入する。

以上の仕訳を転記すれば, 各勘定の借方合計と貸方合計が求まり, 仕訳日計表の借方と貸方に記入すればよい。

簿記問題の解き方と注意点

現金	備品	売上
338,000 295,200	(250,000)	21,000 186,000
(入金伝票計) (出金伝票計)		
	備品減価償却累計額	
受取手形	195,000	162,000
(144,000)		126,000
		(計474,000)
売掛金	支払手形	仕入
186,000 (400,000)	(135,000)	148,000 19,000
162,000		138,000
126,000	買掛金	(計286,000)
(計474,000)	121,000 (286,000)	
	80,000	消耗品費
	40,000	3,200
前払金	120,000	
(55,000) 40,000	135,000	固定資産売却損
	19,000	8,000
立替金	(計515,000)	
36,000		
未収金	前受金	
47,000 115,000	(25,000) 45,000	
	仮受金	
	(88,000)	

※仕訳日計表に与えられている各勘定の金額に()をつけておく。

第3問 本支店会計の本支店合併財務諸表を作成する問題

残高試算表の勘定残高を未達事項の仕訳と決算整理事項の仕訳で修正し、①本店a/cと支店a/cの相殺、②本店より仕入a/cと支店へ売上a/cの相殺、③支店の期首と期末の商品棚卸高からの内部利益の控除、が主な作業になる。出題者は類似問題を出题するとき、どこかで過去の問題と異なる特徴を持たせるが、本問では④未達事項整理前の本店より仕入a/c残高と本店a/c残高を求めること、および⑤支店の仕入a/c残高と買掛金a/c残高は残高試算表合計額から他勘定残高を差し引いて求める、などに新しい特徴を持たせている。また注意すべき点として、①残高試算表の繰越商品は期首繰越商品であり、本店の繰延内部利益a/cは支店の期首繰越商品に含まれる内部利益を意味するので、支店の期首繰越高から差し引く。②本支店合併貸借対照表には当期純利益の項目がないので、当期純利益は繰越利益剰余金に加算して示すこと。

(B) 未達事項の仕訳

1. (本店) 現金預金50,000 支店50,000
2. (支店) 本店より仕入12,000 本店12,000
3. (支店) 本店40,000 売掛金40,000
4. (本店) 買掛金30,000 支店30,000
5. (支店) 営業費25,000 本店25,000

(C) 決算整理事項の仕訳

1. 貸倒引当金の計算と仕訳

(本店)売掛金残高410,000+(支店)売掛金残高(198,000-40,000_{(B)3参照})158,000=568,000円
 568,000円×0.03=17,040円, 差額補充17,040-(引当金残高(本店1,200+支店800))=15,040円
 貸倒引当金繰入15,040 貸倒引当金15,040

2. 売買目的有価証券の評価損益の計算と仕訳

A株式	本店	支店	B株式	本店	支店
時価	56,500円	11,300円		28,770円	13,700円
帳簿価額	53,750	10,500		29,190	14,200
評価益(損)	2,750円	800円		(420)円	(500)円

(2,750+800)円-(420+500)円=2,630円(正味評価益)

売買目的有価証券2,630 有価証券評価益2,630

3. 期首商品棚卸高と期末商品棚卸高に含まれる内部利益の計算と仕訳, および仕入a/cで売上原価を計算するための振替仕訳

①内部利益の相殺

本店期首商品棚卸高 65,000円 本店より仕入分の内部利益=
 -本店より仕入分 31,800 $31,800円 \times \frac{0.2}{1+0.2} = 5,300円$
 外部仕入分(原価) 33,200円

本店より仕入分の原価 31,800円-5,300=26,500円

繰越内部利益5,300(支店)繰越商品5,300(支店の期首商品棚卸高に含まれる内部利益の相殺)

本支店期首商品棚卸高合計(本店)238,000+(支店)(33,200+26,500)=297,700円

②仕入297,700 繰越商品297,700(期首商品棚卸高の振替)

③期末商品棚卸高の振替

期末商品棚卸高 支店の本店より仕入分(22,000+12,000_{(B)2参照})=34,200円
 本店 252,000円 内部利益=34,200円× $\frac{0.2}{1+0.2}$ =5,700円
 支店 58,000円
 -本店より仕入 22,200 本店より仕入分の期末商品棚卸高の原価=
 外部仕入(原価)35,800円 34,200-5,700=28,500円

支店期末商品棚卸高=

外部仕入35,800+内部仕入28,500=64,300円

※本支店期末商品棚卸高合計=

本店252,000+支店64,300=316,000円

繰越商品316,300 仕入316,300(期末商品棚卸高の振替)

簿記問題の解き方と注意点

4. 建物減価償却費の計算と仕訳

本店900,000+支店500,000=1,400,000円

$(1,400,000 - 1,400,000 \times 0.1) \div 30\text{年} = 42,000\text{円}$

減価償却費42,000 建物減価償却累計額42,000

5. 前払営業費の計算と仕訳

本店1,200+支店850=2,050円

前払営業費2,050 営業費2,050

6. 支払利息の計算と仕訳

本店650+支店300=950円

支払利息950 未払利息950

※各勘定に残高試算表の残高と以上の仕訳を記入する。各勘定残高をP/LとB/Sに記入する。

現金預金	本店より仕入	本店	繰越利益剰余金
355,400	① 213,000	④ 538,000	146,000
119,000	12,000	40,000	⑤ 313,090
50,000			
売掛金	営業費	貸倒引当金	売上
410,000	281,660	1,200	953,900
198,000	116,200	800	⑤ 1,847,500
	25,000	15,040	
売買目的有価証券	前払営業費	建物減価償却累計額	支店へ売上
82,940	2,050	216,000	225,000
24,700		60,000	
2,630		42,000	
繰越商品	支払利息	繰延内部利益	貸倒引当金繰入
238,000	12,000	5,300	15,040
65,000	28,000		
316,300	950		
支店	未払利息	資本金	有価証券評価益
615,000	950	1,000,000	2,630
建物	買掛金	利益準備金	減価償却費
900,000	30,000	95,000	42,000
500,000	324,000		
	③ 137,000		
仕入	借入金		
1,465,000	500,000		
② 551,000	100,000		
297,700			

①本店より仕入は支店へ売上225,000円と同一額になる。225,000-12,000円=213,000円
(未達事項整理前の本店より仕入の残高)

②残高試算表合計1,789,700円-他勘定金額=551,000(未達事項整理前の支店の仕入残高)

③残高試算表合計-他勘定金額=137,000円(未達事項整理前の支店の買掛金残高)

④本店a/c残高は支店a/c残高535,000円と同一額になる。

- 535,000 + 40,000 - (12,000 + 25,000) = 538,000円 (未達事項整理前の本店a/c残高)
- ⑤残高試算表合計 - 他勘定残高 = 1,847,500円 (決算整理事項整理前の本店の売上a/cの残高)
- ⑥P/Lの当期純利益 (解答用紙のP/Lを完成して当期純利益を求めてから記入すればよい)
- ※20分～30分の限られた時間配分で本問を解くことは難しい。解き方の順序になれておき、類似問題に出会ったとき、すばやく解けることが大切です。

工業簿記

第4問 直接配賦法による製造間接費の部門別配賦表の作成。配賦基準の選択に注意する。

問1

	加工部	組立部
工場事務部費	5,960,000円	6,040,000円
$2,400,000 \times \frac{60人}{60人+40人}, 2,400,000 \times \frac{40人}{100人}$	1,440,000	960,000
修繕部費		
$1,400,000 \times \frac{100回}{100回+40回}, 1,400,000 \times \frac{40回}{140回}$	1,000,000	400,000
動力部費		
$1,800,000 \times \frac{80万kwh}{80万kwh+40万kwh}, 1,800,000 \times \frac{40万kwh}{120万kwh}$	1,200,000	600,000
製造部門費	9,600,000円	8,000,000円

問2

部門別製造間接費配賦率

$$\text{加工部} \quad \frac{9,600,000\text{円}}{12,000\text{時間}} = 800\text{円/時間}$$

$$\text{組立部} \quad \frac{8,000,000\text{円}}{20,000\text{時間}} = 400\text{円/時間}$$

#10の製造間接費配賦額

$$\text{加工部} \quad 800\text{円} \times 3,000\text{時間} = 2,400,000\text{円}$$

$$\text{組立部} \quad 400\text{円} \times 2,000\text{時間} = 800,000$$

$$\text{計} \quad 3,200,000\text{円}$$

問3

$$\text{総括配賦率} \quad \frac{17,600,000\text{円}}{32,000\text{時間}} = 550\text{円/時間}$$

#10の製造間接費配賦額

$$550\text{円} \times 5,000\text{時間} = 2,750,000\text{円}$$

第5問 平均法による工程別実際総合原価計算。工程別仕掛品a/cを設けず、1つの仕掛

簿記問題の解き方と注意点

品a/cによる記入を要求した特殊な記録方式なので、工程別の計算結果を合計して記入すること。

	第1工程			第2工程		
	数量	原料費	加工費	数量	前工程費	加工費
月初仕掛品	100kg	490,000円	145,300円	50kg	366,000円	52,000円
当月投入	900	4,590,000	2,520,300	750	⑦ (5,850,000)	1,642,800
合計	1,000	① (5,080,000)	④ (2,665,600)	800	⑧ (6,216,000)	⑪ (1,694,800)
月末仕掛品	60	② (304,800)	⑤ (108,800)	80	⑨ (621,600)	⑫ (89,200)
完成品	940kg	③ (4,775,200)円	⑥ (2,556,800)円	720kg	⑩ (5,594,400)円	⑬ (1,605,600)円

①490,000円+4,590,000円=5,080,000円

② $\frac{5,080,000\text{円}}{940\text{kg}+60\text{kg}\times\frac{1}{2}} \times (60\text{kg}\times\frac{1}{2}) = 304,800\text{円}$

③5,080,000円-304,800円=4,775,200円

④145,300円+2,520,300円=2,665,600円

⑤ $\frac{2,665,600\text{円}}{940\text{kg}+60\text{kg}\times\frac{2}{3}} \times (60\text{kg}\times\frac{2}{3}) = 108,800\text{円}$

⑥2,665,600円-108,800円=2,556,800円

⑦製品T(倉庫)数量=完成品(940kg)-第2工程振替(750kg)=190kg

◎製品T製造原価=(4,775,200+2,556,800)円 $\times\frac{190\text{kg}}{940\text{kg}}=1,482,000\text{円}$

◎製品H製造原価=7,332,000円-1,482,000円=5,850,000円

⑧366,000円+5,850,000円=6,216,000円

⑨ $\frac{6,216,000\text{円}}{720\text{kg}+80\text{kg}\times\frac{1}{2}} \times (80\text{kg}\times\frac{1}{2}) = 621,600\text{円}$

⑩6,216,000円-621,600円=5,594,400円

⑪52,000円+1,642,800円=1,694,800円

⑫ $\frac{1,694,800\text{円}}{720\text{kg}+80\text{kg}\times\frac{1}{2}} \times (80\text{kg}\times\frac{1}{2}) = 89,200\text{円}$

⑬1,694,800円-89,200円=1,605,600円

仕掛品(単位:円)

月初有高	1,053,300	製品H	⑬ (7,200,000)
原料費	4,590,000	製品T	⑭ (1,482,000)
加工費	⑭ (4,163,100)	月末有高	⑮ (1,124,400)
	⑮ (9,806,400)		⑯ (9,806,400)

⑭2,520,300円+1,642,800円=4,163,100円

⑮借方合計

⑯5,594,000円+1,605,600円=7,200,000円

⑰⑦で計算した1,482,000円

⑱第1工程(304,800+108,800)円+第2工程(621,600円+89,200)円=1,124,400円

⑲貸方合計

第124回 (2010年2月) 解き方と注意点

商業簿記

第1問 仕訳

1. 耐震構造を強化する効果のある支出は取得原価の増加とする

建物 250,000 当座預金 400,000

修繕引当金 300,000 未払金 300,000

修繕費 150,000

2. 買手(長崎商店)負担分の発送費立替金は、委託者に対する立替金であるから、受託販売a/cの借方に記入する

前受金 760,000 売上 760,000

売掛金 560,000 受託販売 560,000

発送費 3,000 現金預金 5,000

受託販売 2,000

3. 租税公課125,500 未払消費税 125,500

4. 端数利息の計算

前払利払日9/30から12/12までの経過日数(10月)31日+(11月)30日+(12月)12日=73日

$$4,000,000円 \times 0.01285 \times \frac{73日}{365日} = 10,280円$$

売買目的有価証券(社債)の購入価額

$$4,000,000円 \div 100円 \times 96.53円 = 3,862,000円$$

※売買目的有価証券 3,871,000 現金預金3,881,280

有価証券利息 10,280

※(購入価額+支払手数料)とすること

5. 当期減価償却費
- $(3,000,000 - 300,000)円 \times \frac{15,000km}{180,000km} = 225,000円$

(参考)

車両減価償却累計額			
	2,295,000	} 2,520,000	
	225,000		
旧車両		新車両	
取得原価	3,000,000円	取得原価	3,600,000円
- 減価償却累計額	2,520,000	- 下取り価額	200,000
残高	480,000	未払金	3,400,000円
- 下取り価額	200,000		
固定資産売却損	280,000円		
減価償却費	225,000	車両減価償却累計額	225,000

簿記問題の解き方と注意点

車両減価償却累計額	2,520,000	車両	3,000,000
固定資産売却損	280,000	未払金	3,400,000
車両	3,600,000		

第2問 月初残高試算表と月中取引高から、月末残高試算表を作成する問題

月中取引高が5種類の特殊仕訳帳の締切り合計額と普通仕訳帳の仕訳金額として与えられている。合計転記、個別転記、2重転記の防止に注意する。各勘定に月初残高と月中取引高を記入する。普通仕訳帳の転記から始めること。白紙に残高試算表の順序でTフォームの勘定を設けて転記すると不注意なミスを防ぐのによい。よく出題される特殊仕訳帳の問題なので、慣れて迅速に解答できるようになること。

◎なお、(A) (1)で当座預金の増加となる受取手形減少分14,070円と土地減少分287,000円を転記しないことに注意すること。

(B) ✓印 2重転記防止のため転記しない

11/5 買掛金15,000 売掛金15,000

11/12 当座預金287,000✓ 土地300,000

固定資産売却損13,000

11/18 当座預金 14,070✓ 受取手形14,500

手形売却損 430

11/25 給料135,000 所得税預り金12,000

当座預金 123,000✓

(A)

(1) 当座預金626,300	売上	96,000
	売掛金	175,000
	受取手形	14,070✓
	受取手形	43,930
	土地	287,000
	売買目的有価証券	9,500
	有価証券売却益	800
仕入 41,000✓	当座預金	407,350
買掛金 137,000		
支払手形 36,000		
給料 123,000✓		

飯塚 勲

借入金 70,000

支払利息 350

(2) 仕入 226,000 当座預金 41,000✓

買掛金 158,000

支払手形 27,000

(3) 当座預金 96,000✓ 売上 382,000

売掛金 229,000

受取手形 57,000✓

(4) 仕入れ 27,000✓ 支払手形 48,000

買掛金 21,000

(5) 受取手形 75,000 売上 57,000✓

買掛金 18,000

※月初残高と月中取引高を転記した各勘定の残高を解答欄に記入する。()の中に月末残高を示す。

当座預金		支払手形		売上	
11/1 262,000	(1) 407,350	(1) 36,000	11/1 69,500		11/1 2,675,000
(1) 626,300			(4) 48,000		(3) 382,000
(480,950)			(81,500)		(3,057,000)
受取手形		買掛金		有価証券売却益	
11/1 78,500	11/18 14,500	11/5 15,000	11/1 165,000		11/1 15,600
(5) 75,000	(1) 43,930	(1) 137,000	(2) 158,000		(1) 800
(95,070)		(4) 21,000	(150,000)		
売掛金		借入金		仕入	
11/1 191,000	11/5 15,000	(1) 70,000	11/1 170,000	11/1 1,582,600	
(3) 229,000	(1) 175,000		(100,000)	(2) 226,000	
(212,000)	(5) 18,000			(1,808,600)	
売買目的有価証券		所得税預り金		給料	
11/1 22,500	(1) 9,500		11/1 84,000	11/1 945,000	
(13,000)			11/25 12,000	11/25 135,000	
			(96,000)		
繰越商品		貸倒引当金		支払利息	
11/1 47,000			11/1 26,500	11/1 3,150	
(47,000)			(26,500)	(1) 350	
				(3,500)	
土地		建物減価償却累計額		手形売却損	
11/1 900,000	11/12 300,000		11/1 216,000	11/1 1,850	
(600,000)			(216,000)	11/18 430	
				(2,280)	
建物		資本金		固定資産売却損	
11/1 600,000			11/1 1,212,000	11/12 13,000	
(600,000)			(1,212,000)	(13,000)	

第3問 決算時に判明した未処理事項と決算整理事項の仕訳を修正記入欄に記入し、精算表を完成する問題

資料Ⅰ 未処理事項の仕訳

1) 訂正仕訳や追加仕訳による現金の増減は現金過不足a/cの借方、貸方に記入する。

①(正)現金75,000 売掛金75,000

(誤)現金57,000 売掛金57,000

(誤)を(正)にするための訂正仕訳は

(訂正)現金過不足18,000 売掛金18,000

②(追加)販売費3,000 現金過不足3,000

③現金過不足a/cの借方残高を雑損a/cに振替

雑損2,000 現金過不足2,000

(参考)

現金過不足			
①	18,000		13,000
	(2,000)	②	3,000

2)

①当期分の減価償却費

$(500,000 - 500,000 \times 0.1) \text{円} \div 10 \text{年} = 45,000 \text{円}$

現金180,000 備品500,000

減価償却費45,000 固定資産売却益40,000

備品減価償却累計額315,000

※売却した備品(存在しなくなった備品)に減価償却累計額45,000を計上しないこと

②建物1,200,000 建設仮1,000,000

未払金200,000

資料Ⅱ 決算整理事項の仕訳

1)

①棚卸減耗損の計算と仕訳

A $(850 - 800) \text{個} \times 260 \text{円} = 13,000 \text{円}$

B $(700 - 620) \text{個} \times 350 \text{円} = 28,000 \text{円}$

C $(800 - 750) \text{個} \times 600 \text{円} = 30,000 \text{円}$

計 71,000円

売上原価 47,300円

営業外費用 23,700円

棚卸減耗損71,000 繰越商品 71,000

仕入 47,300 棚卸減耗損 47,300

③商品評価損の計算と仕訳

②帳簿棚卸高の計算

$850 \text{個} \times 260 \text{円} = 221,000 \text{円}$

$700 \text{個} \times 350 \text{円} = 245,000 \text{円}$

$800 \text{個} \times 600 \text{円} = 480,000 \text{円}$

計 946,000円

$946,000 \text{円} \times 0.05$

$= 47,300 \text{円}$

※商品評価益は計上しない(A商品を除く)

B 620個×(350-350)円=0円

C 750個×(600-480)円=90,000円

商品評価損90,000 繰越商品90,000

④仕入の行で売上原価を計算するための振替仕訳

仕入901,000 繰越商品901,000(前期繰越商品の振替)

繰越商品946,000 仕入946,000(次期繰越商品の振替)

※商品評価損と棚卸減耗損を売上原価の内訳科目にするという条件は、損益計算書の表示を

|

売上原価 XXX

商品評価損XXX

棚卸減耗損XXX XXXとすることを意味し、精算表の上では修正記入欄で仕入の行に別々に記入することを意味する。

棚卸減耗損23,700円(71,000円-47,300円)を営業外費用にするという条件も損益計算書の表示で営業外費用の中に棚卸減耗損23,700円と示すことを意味し、精算表の上では損益計算書欄に移記すればよい。

2) 評価益だけ売買目的有価証券を増額する

帳簿価額

時価評価額

評価益=885,000円-870,000円
=15,000円

A 1,800円×200株=360,000円 1,500円×200株=300,000円

B 3,300円×100株=330,000円 3,600円×100株=360,000円

C 1,200円×150株=180,000円 1,500円×150株=225,000円

計 870,000円

計 885,000円

売買目的有価証券1,500 有価証券評価益15,000

3) 貸倒引当金の計算と仕訳

受取手形 2,863,000円×0.05= 143,150円

売掛金 {(3,175,000円-18,000円₍₁₎)} ×0.05=157,850円

計301,000円

301,000円-貸倒引当金残高295,000円=6,000円

貸倒引当金繰入 6,000 貸倒引当金 6,000

4) 減価償却費の計算と仕訳

備品 {(2,000,000円-500,000円₍₁₂₎) - (2,000,000円-500,000)円×0.1} ÷10年=135,000円

建物

簿記問題の解き方と注意点

$$\text{既存建物 } (5,000,000 - 5,000,000 \times 0.1) \div 30 \text{年} = 150,000 \text{円}$$

$$\text{新規建物 } (1,200,000 - 1,200,000 \times 0.1) \div 30 \text{年} \times \frac{5 \text{ヶ月}}{12 \text{ヶ月}} = 15,000 \text{円}$$

計 165,000円

減価償却費 300,000 建物減価償却累計額 165,000

備品減価償却累計額 135,000

◎ 5) ①発行した社債の額面、発行価額、社債発行差額が与えられていないため、自分で計算しなければならない。

残高試算表の社債1,983,500円は期首(平成20年4月1日)の帳簿価額である。

社債を発行した平成16年1月1日から平成20年3月31日(前年度末)までの経過期間は月数で12ヶ月×4年+3ヶ月=51ヶ月である。

また社債の償還期限7年は月数で12ヶ月×7年=84ヶ月である。

発行した社債の額面をxとすれば、社債は1単位100円なので、発行価額を100円で除した $\frac{x}{100}$ 円は社債の単位数となり、 $\frac{x}{100} \times @97.90$ 円が発行価額である。

また、社債発行差額はx(額面) $-\frac{x}{100} \times @97.90$ 円である。

したがって、平成20年4月1日の社債の帳簿価額1,983,500円について、次の等式がなりたつ。

$$1,983,500 \text{円} = \frac{x}{100 \text{円}} \times @97.90 \text{円} + \left(x - \frac{x}{100 \text{円}} \times @97.90 \text{円} \right) \times \frac{51 \text{ヶ月}}{84 \text{ヶ月}}$$

(期首の帳簿価格) (発行価額) (社債発行差額の償却累計)

※発行日から前期末までの毎期に償却額だけ社債を増額し、償還日に帳簿価額が額面と等しくなるようにする。借方は社債利息とする。

上式を解けば、

$$0.979x + x(1 - 0.979) \times \frac{51}{84} = 1,983,500 \text{円}$$

$$0.979x + 0.01275x = 1,983,500 \text{円}$$

$$0.99175x = 1,983,500 \text{円}$$

$$x = \frac{1,983,500 \text{円}}{0.99175} = 2,000,000 \text{円}$$

これで、社債の額面がわかったので、発行価額と社債発行差額もわかり、当期の償却額も求まる。

$$\text{当期償却費} = \left(2,000,000 \text{円} - \frac{2,000,000 \text{円}}{100 \text{円}} \times @97.90 \text{円} \right) \times \frac{12 \text{ヶ月}}{84 \text{ヶ月}} = 6,000 \text{円}$$

額面 発行価額
└--- 社債発行差額 ---┐

社債利息6,000 社債6,000

②利払日12/31から決算日3/31までの3ヶ月の未払利息の計上

$$2,000,000円 \times 0.018 \times \frac{3ヶ月}{12ヶ月} = 9,000円$$

社債利息9,000 未払利息9,000

6) 前払保険料4,500 支払保険料4,500

7) 未払手数料12,000 受取手数料12,000

工業簿記

第4問

賃金給料				製造間接費			
支払額	(① 3,468,000)	前月繰越	(④ 855,800)	間接材料費	300,000	予定配賦額	(⑪ 5,040,000)
次月繰越	(② 775,500)	消費額	(⑤ 3,386,000)	間接労務費			
		原価差異	(⑥ 1,700)	賃金給料	(⑧ 2,000,000)		
	(③ 4,243,500)		(⑦ 4,243,500)	賞与引当金	(⑨ 800,000)		
				間接経費	1,900,000		
				原価差異	40,000		
					(⑩ 5,040,000)		(⑫ 5,040,000)

仕掛品			
月初有高	(⑬ 59,630)	完成高	9,000,000
直接材料費	2,566,230	月末有高	51,860
直接労務費	(⑭ 1,386,000)		
製造間接費	(⑮ 5,040,000)		
	(⑯ 9,051,860)		(⑰ 9,051,860)

- ① 資料1より, 3,468,000円
- ② 次月繰越(月末未払額), 資料3より, $(395,500 + 270,000 + 110,000)$ 円 = 775,500円
- ③ ・ ⑦ 4,243,500円
- ④ 資料3より, $(445,800 + 300,000 + 100,000)$ 円 = 855,800円
- ⑤ 資料2と5より, 直接労務費630時間 $\times$ 2,200円 = 1,386,000円
 資料1と3より, 間接工の賃金と事務職員の給料の当月要支払額(間接労務費)
 $(900,000 + 1,120,000)$ 円 - $(300,000 + 100,000)$ 円 + $(270,000 + 110,000)$ 円 = 2,000,000円
 合計消費額3,386,000円
- ⑥ $4,243,500$ 円 - $(855,800 + 3,386,000)$ 円 = 1,700円
- ⑧ ⑤の間接労務費2,000,000円 ⑨ $9,600,000$ 円 $\div$ 12ヶ月 = 800,000円
- ⑩ ・ ⑪ ・ ⑫ 5,040,000円
- ⑭ ⑤の直接労務費1,386,000円 ⑮ ⑪の5,040,000円 ⑰ ・ ⑯ 9,051,860円
- ⑬ ※ $9,051,860$ 円 - $(②, 2566,230 + 1,386,000 + 5,040,000)$ 円 = 59,630円

第5問 全部原価で計算された売上原価と販売費および一般管理費を与えられた条件から変動費と固定費に分析し, 直接原価計算の損益計算書を作成する問題。また作成

した損益計算書による利益計画のための数値の計算.

問 1

直接原価計算による損益計算書(単位:円)

売上高	(① 8,000,000)
変動売上原価	(② 2,800,000)
変動製造マージン	(③ 5,200,000)
変動販売費	(④ 200,000)
貢献利益	(⑤ 5,000,000)
製造固定費	(⑥ 1,200,000)
固定販売費および一般管理費	(⑦ 2,200,000)
営業利益	(⑧ 1,600,000)

① 全部原価計算による損益計算書の売上高と同じ

② $40,000\text{個} \times 1\text{個当たり変動製造費用}(40+10+20)\text{円} = 2,800,000\text{円}$

③ $(① - ②)$

④ $40,000\text{個} \times 1\text{個当たり変動販売費} 5\text{円} = 200,000\text{円}$

⑤ $(③ - ④)$

⑥ 売上原価を変動費と固定費に分析する

直接材料費(変動費) $40,000\text{個} \times 40\text{円} = 1,600,000\text{円}$

直接労務費(") $40,000\text{個} \times 10\text{円} = 400,000\text{円}$

計 2,000,000円

製造間接費 $4,000,000\text{円} - 2,000,000\text{円} = 2,000,000\text{円}$

変動製造間接費 $40,000\text{個} \times 20\text{円} = 800,000\text{円}$

○固定製造間接費 $2,000,000\text{円} - 800,000\text{円} = 1,200,000\text{円}$

⑦ 固定販売費および一般管理費

販売費および一般管理費 $2,400,000\text{円} - ④\text{変動販売費} 200,000\text{円} = 2,200,000\text{円}$

⑧ $, ⑤ - (⑥ + ⑦) = 1,600,000\text{円}$

問 2

損益分岐点売上高 = $\frac{\text{固定費}}{1 - \text{変動費率}}$

↓

変動費
売上高

$$\frac{(1,200,000 + 2,200,000)\text{円}}{1 - \frac{(2,800,000 + 200,000)}{8,000,000\text{円}}}$$

$$= 5,440,000\text{円} \quad \text{分母は} 0.625$$

問 3

目標営業利益を達成するための売上高

$$= \frac{(\text{目標営業利益} + \text{固定費})}{1 - \text{変動費率}}$$

$$= \frac{1,600,000\text{円} \times 2 + (1,200,000 + 2,200,000)\text{円}}{0.625 (\text{問 2 と同じ})}$$

$$= 10,560,000\text{円}$$

第125回（2010年6月） 解き方と注意点

商業簿記

第1問

1. 決算日の見積計上. 未処分利益の処分ではない.
役員賞与引当金繰入 300,000 役員賞与引当金 300,000
2. 会計年度は4/1～3/31. 社債の原価, 端数利息, 売却額に注意する.
平成21年3/31の時価による帳簿価額の半額が売却した社債の原価.
 $4,000,000円 \div @100円 \times @100.40円 = 2,008,000円$
端数利息の計算
平成21年4/1～9/31の半年分の利息は9/31に発行会社より受け取っている.
10/1～10/20の20日間の利息を買い手から受け取ることになる
 $4,000,000 \times 1/2 \times 0.0365 \times \frac{20日}{365日} = 4,000円$
売却額は $4,000,000円 \times 1/2 \times @101円 = 2,020,000円$
したがって受け取り金額は $2,020,000円 + 4,000円 = 2,024,000円$
当座預金 2,024,000 売買目的有価証券 2,020,000
有価証券利益 4,000
有価証券売却益 4,000
3. 小切振出時に, 買掛金100,000当座預金100,000と仕訳しているので, 逆の仕訳をする.
当座預金100,000 買掛金100,000
4. 取得原価から仕入割戻額を差し引くこと.
 $@500,000円 \times 10台 - 120,000円 = 4,880,000円$
備品4,880,000 当座預金4,880,000
5. 受託販売a/cは借方に債権, 貸方に債務を記入する
売掛金960,000 受託販売960,000
受託販売144,000 受取手数料144,000
または, 受託販売の借方と貸方を相殺して,
売掛金960,000 受託販売816,000
受取手数料144,000 , の仕訳でもよい.

第2問 月初残高試算表と月中取引高から月末残高試算表を作成する問題

月中取引高が5種類の特殊仕訳帳の合計額と普通仕訳帳の金額として与えられている. 特殊仕訳帳の合計転記, 個別転記, 二重転記の防止に注意する.
Tフォームの勘定に月初残高を記入し, 月中取引高を転記し, 各勘定の月末残高を計算して解答欄に記入する. 普通仕訳帳の転記からはじめること.

飯塚 勲

当座預金		備品		未払家賃		売上	
1/1	464,000	1/1	300,000	1/1	600		(3) 485,000
(1)	555,000	(1)	200,000				
受取手形		支払手形		貸倒引当金		仕入	
1/1	115,000	(1)	75,000	1/25	4,000	(2)	245,000
(5)	85,000	(4)	55,000	1/1	6,000		
売掛金		買掛金		備品減価償却累計額		給料	
1/1	218,000	1/5	20,000	1/20	118,080	(1)	100,000
(3)	250,000	1/10	15,000	1/1	177,120		
		(1)	176,500				
		(5)	30,000				
繰越商品		借入金		資本金		支払家賃	
1/1	87,000	1/1	200,000		1/1	524,280	(1) 1,800
		(1)	50,000				1/1 600
固定資産売却損							
1/20	1,920						

1/1の仕訳は 期首(会計年度は1/1～12/31)における再振替仕訳
 12/31 支払家賃600未払家賃600, の仕訳で家賃未払分を計上している。
 未払家賃600 (支払家賃)600

(1) ※✓印は二重転記防止のため転記しない

当座預金555,000 売上 180,000✓
 売掛金 176,500
 受取手形 68,500
 備品 80,000✓(普通仕訳帳から転記される)
 借入金 50,000

仕入 60,000✓ 当座預金552,800
 買掛金 116,000
 支払手形 75,000
 備品 200,000
 支払家賃 1,800
 給料 100,000

(2)

仕入245,000 当座預金 60,000✓
 買掛金 150,000
 支払手形 35,000✓

(3)

当座預金 180,000✓ 売上485,000

簿記問題の解き方と注意点

売掛金 250,000

受取手形 55,000✓

(4)

仕入 35,000✓ 支払手形55,000

買掛金 20,000

(5)

受取手形85,000 売上 55,000✓

売掛金30,000

※※合計転記の仕方に注意すること。

①当座預金出納帳からは当座預金a/cの借方と貸方に転記する。

②仕入帳からは仕入a/cの借方に転記する。

③売上帳からは売上a/cの貸方に転記する。

④支払手形記入帳からは支払手形a/cの貸方に転記する。

⑤受取手形記入帳からは受取手形a/cの借方に転記する。

したがって、仕入a/cの貸方、売上a/cの借方、支払手形のa/c、受取手形a/cの貸方(すなわち減少記入)には個別転記する。

◎第3問 本支店会計における本支店合併財務諸表を作成する問題

会計年度(1/1～12/31)末の決算時の残高試算表の勘定残高を未達事項と期末修正事項(決算整理事項)の金額を計算し、仕訳を勘定に転記する。本店a/cと支店a/cの相殺、支店へ売上a/cと本店より仕入a/cの相殺をする。繰延内部利益は支店の期首商品棚卸高から差し引く。

解答用紙の損益計算書では売上原価を期首商品棚卸高と当期商品仕入高の合計から期末商品棚卸高を差し引く形で表示されていることに注意する。金額が変化しない勘定は本店と支店を合計すればよい。留意点(3)の商品は貸借対照表に表示される商品a/cすなわち期末商品棚卸高のことです。

(Ⅱ)未達取引の仕訳を転記し、支店a/cと本店a/c、本店より仕入a/cと支店への売上a/cを相殺する。

(1)(支店) 現金預金 60,000 本店60,000(未達現金)

(2)(支店) 本店より仕入62,500 本店62,500(未達商品)

(3)(本店) 支店 29,000 売掛金29,000

(4)(支店) 買掛金28,000 本店 28,000

飯塚 勲

(5) (本店) 営業費21,000 支店 21,000

(本店)		支店		売掛金		営業費		支店へ売上	
12/31	1,037,500	(5)	21,000	12/31	184,000	(3)	29,000	12/31	204,000
(3)	29,000					(5)	21,000		(5)
(支店)		現金預金		本店より仕入		買掛金		本店	
12/31	286,000			12/31	1,362,000	(4)	28,000	12/31	895,000
(1)	60,000			(2)	62,500			(1)	60,000
								(2)	62,500
								(4)	28000

支店a/cと本店a/cは1,045,500円で一致するので相殺する.

本店1,045,500 支店1,045,500

本店より仕入と支店への売上は1,424,500円で一致するので相殺する.

支店への売上1,424,500 本店より仕入1,424,500

(Ⅲ) 期末修正事項により、各勘定残高を修正する.

(1) ①商品の期末棚卸高 ※支店期末棚卸高に含まれる内部利益の計算

本店	102,000円	本店より仕入12,500円
支店	164,000	(+) 未達商品 <u>62,500</u>
未達商品	<u>62,500</u>	187,500円
計	328,500	内部利益の金額 $187,500円 \times \frac{0.25}{1+0.25} = 37,500円$

※(一) 支店内部利益 37,500

差引 291,000円(原価額)

②期首商品棚卸高

本店	153,000円	12/31残高試算表の繰越商品は期首棚卸高(前期繰越高)です.
支店	<u>112,000</u>	繰延内部利益は期首棚卸高に含まれる内部利益の事です.
計	265,000	

(一) 繰延内部利益16,000

差引 249,000(円)(原価額)

③当期商品仕入高

本店3,196,000円+支店390,000円=3,586,000円

(2) 貸倒引当金の計上(記録), 差額補充法

受取手形	売掛金
本店 221,000円	本店 184,000
支店 <u>159,000</u>	<u>-29,000</u>

簿記問題の解き方と注意点

計	380,000円	155,000
		支店 <u>115,000</u>
		計 270,000円

貸倒引当金の計算

$(380,000 + 270,000) \text{円} \times 0.03 = 19,500 \text{円}$

貸倒引当金の残高

本店6,000円+支店3,000円=9,000円

したがって、 $19,500 \text{円} - 9,000 \text{円} = 10,500 \text{円}$

貸倒引当金繰入10,500 貸倒引当金10,500

貸倒引当金	
12/31	9,000
(Ⅲ)(2)	10,500
} 19,500	

(3)減価償却費の計上

建物	本店 $(700,000 - 700,000 \times 0.1) \div 30 \text{年} = 21,000 \text{円}$	}	36,000円
	支店 $(500,000 - 500,000 \times 0.1) \div 30 \text{年} = 15,000 \text{円}$		
備品	本店 $(450,000 - 450,000 \times 0.1) \div 6 \text{年} = 67,500 \text{円}$	}	120,000円
	支店 $(350,000 - 350,000 \times 0.1) \div 6 \text{年} = 52,500 \text{円}$		

減価償却費156,000 建物減価償却累計額 36,000

備品減価償却累計額 120,000

建物減価償却累計額	備品減価償却累計額
-----------	-----------

本店 231,000円	本店 135,000
-------------	------------

支店 <u>165,000</u>	支店 <u>105,000</u>
-------------------	-------------------

計 396,000	計 240,000
-----------	-----------

本支店 <u>36,000</u>	本支店 <u>120,000</u>
-------------------	--------------------

計 432,000円	計 360,000円
------------	------------

(4)短期貸付金の未収利息(未収収益)の計上

$400,000 \text{円} \times 0.036 \times \frac{4 \text{ヵ月}}{12 \text{ヵ月}} = 4,800 \text{円}$

未収収益4,800 受取利息4,800

(資産)

(5)前払費用と未払費用の計上

(本店)前払費用36,000 営業費36,000

飯塚 勲

(支店) 営業費12,000 未払費用12,000

(6) 未収収益の計上

(支店) 未収収益18,000 受取手数料18,000

各勘定の残高

未収収益		受取利息		前払費用		営業費	
(4)	4,800	(4)	4,800	(5)	36,000	12/31	204,000
(6)	18,000					12/31	235,000
						(5)	12,000
						(II) (6)	21000
未払費用		受取手数料					
	(5)	(6)	18,000				
	12,000						

○売上 本店2,520,000+支店2,125,000=4,645,000円

○支払手形 本店112,000+支店89,000=201,000円

現金預金		受取手形		貸倒引当金		買掛金	
12/31	232,000	12/31	221,000	12/31	6,000	(II) (4)	28,000
	286,000		159,000		3,000	12/31	184,000
(II) (1)	60,000			(II) (2)	10,500		136,000

○商品(次期繰越商品)(II) (1) 291,000円

○繰越利益剰余金

留意点(4)により, 55,000円+当期純利益494,300円=549,300円

工業簿記

第4問

問1. 仕訳

(1) 素材と補修用材料を材料a/cとする

材料2,100,000 買掛金2,100,000

(2) 素材消費額は直接材料費なので仕掛品a/c借方に記入する

記録 { 月初1,200個@400円 先入先出法なので消費した素材3,500個の原価は
 { 当月仕入4,000個@500円 { 1,200個×400円=480,000円
 { 2,300個×500円=1,150,000円
 計 1,630,000円

仕掛品1,630,000 材料1,630,000

(3) 直接労務費 803時間×1,400円=1,124,200円

間接労務費 19時間×1,400円= 26,600

計 1,150,800円

仕掛品1,124,200 賃金給料1,150,800

製造間接費26,600

(4) 間接労務費

当月支払高900,000円－前月末払賃金140,000円＋当月未支払賃金180,000円＝940,000円

製造間接費940,000 賃金給料940,000

(5) 製造間接費予定配賦率を求め、配賦基準(実際直接作業時間)を乗ずる

予定配賦率＝ $\frac{\text{製造間接費予算}(16,200,000\text{円}+27,000,000\text{円})}{\text{年間予定直接作業時間 } 10,800\text{時間}}$ ＝変動費率1,500円＋固定費率

2,500円＝4,000円

製造間接費配賦額＝803時間×4,000円＝3,212,000円，仕掛品a/c借方と製造間接費a/c貸方に記入する

仕掛品3,212,000 製造間接費3,212,000

(6)

(参考) 製造間接費			
当月実際額	3,400,000	予定配賦額	3,212,000
		(差異)	188,000
製造間接費配賦差異	188,000	製造間接費	188,000
(参考) 製造間接費配賦差異			
	188,000		

問 2

予算差異＝実際操業度の実際額－実際操業度の予算額

＝3,400,000円－(803時間×1,500円＋27,000,000÷12ヵ月)

＝54,000(貸方差異)，(有利な差異)

操業度差異＝(実際操業度の作業時間－予定操業度の作業時間)×固定費率

＝(803－10,800÷12ヵ月)時間×2,500円

＝242,500円(借方差異)，(不利な差異)

第 5 問

◎問 1. 先入先出法による単純総合原価計算の完成品原価と月末仕掛品原価を求める問題

(1) 正常仕損品量は工程終点で発生するので，仕損費を完成品のみに負担させる。仕損品の処分価額はゼロであるから，仕損品原価が仕損費になる。また完成品数量は合格完成品800個と不合格完成品(仕損品)50個の合計850個であることに注意する。合格完成品5個を1箱にするので，箱数量は800個÷5個＝160箱であることに注意する。完成品原価は素材費と包装材費と加工費の合計であることに注意する。

解答用紙に1部の費用が示されているので，自分で原価データを求めることにも注意する。

(2) 1 個当たりの単位原価⑬(4,000)

1 箱当たりの単位原価⑭(20,000)

	M	T	加工費	合計
月初仕掛品	① (140,000)	—	212,850	352,850
当月投入	② (800,000)	186,400	2,087,250	3,073,650
合計	③ (940,000)	186,400	2,300,100	⑩ (3,426,500)
月末仕掛品	④ (100,000)	⑥ (—)	⑧ (126,500)	⑪ (226,500)
完成品	⑤ (840,000)	⑦ (186,400)	⑨ (2,173,600)	⑫(3,200,000)

$$\textcircled{1} 352,850 - 212,850 = 140,000 \text{円}$$

$$\textcircled{2} 3,073,650 - (186,400 + 2,087,250) = 800,000 \text{円}$$

$$\textcircled{3} 140,000 + 800,000 = 940,000 \text{円}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{4} \text{ 完成品量} - \text{月初仕掛品換算量} + \frac{\text{当月素材費}}{\text{800,000円}} \times \text{月末仕掛品換算量} \times \text{月末仕掛品換算量} \\ = \frac{800,000 \text{円}}{850 \text{個} (=800+50) - 150 \text{個} \times 1 + 100 \text{個} \times 1} \times 100 \text{個} \times 1 \\ = 100,000 \text{円} \end{aligned}$$

分母は月初仕掛品量150個 $\times$ (1-1)+当月投入800個-月末仕掛品量 $\times$ (1-1)で計算してもよい。

$$\textcircled{5} 940,000 - 100,000 = 840,000 \text{円}$$

⑥包装材費は合格完成品を詰める箱代であるから、月末仕掛品には無関係であり、ハイフエン(ー)の記号を記入する。

⑦包装材費(箱代)はすべて完成品に負担させるので、186,400円

$$\begin{aligned} \textcircled{8} \text{ 完成品量} - \text{月初仕掛品換算量} + \frac{\text{当月加工費}}{\text{2,087,250円}} \times \text{月末仕掛品換算量} \times \text{月末仕掛品換算量} \\ = \frac{2,087,250 \text{円}}{850 \text{個} - 150 \text{個} \times 0.5 + 100 \text{個} \times 0.5} \times 100 \text{個} \times 0.5 \\ = 126,500 \text{円} \end{aligned}$$

分母は月初仕掛品量150個 $\times$ (1-0.5)+当月投入量800個-月末仕掛品量100個 $\times$ (1-0.5)で計算してもよい。

$$\textcircled{9} 2,300,100 - 126,500 = 2,173,600 \text{円}$$

$$\textcircled{10} 940,000 + 186,400 + 2,300,100 = 3,426,500 \text{円}$$

$$\textcircled{11} 100,000 + 126,500 = 226,500 \text{円}$$

$$\textcircled{12} 3,426,500 - 226,500 = 3,200,000 \text{円}$$

$$\textcircled{13} 3,200,000 \text{円} \div 800 \text{個} = 4,000 \text{円}$$

包装材費用も合格完成品1個当たり費用に加える

$$\textcircled{14} 3,200,000 \text{円} \div 160 \text{箱} = 20,000 \text{円}$$

How to Solve Questions and How to Avoid Pitfalls in Questions of Bookkeeping Certification Examination by Japan Chamber of Commerce and Industry

Isao IIZUKA

Department of Business Administration, Faculty of Business Administration,
Fukuyama Heisei University

Abstract : This paper is written as instructional material to students preparing for second grade of bookkeeping certification examination by Japan Chamber of Commerce and Industry.

I hope that students will reach to a level of understanding necessary to pass second grade of bookkeeping certification examination by use of the instructional material.

Key Words : Bookkeeping Certification Examination by Japan Chamber of Commerce and Industry, second grade of bookkeeping certification examination, how to solve questions, how to avoid pitfalls in questions

研究業績一覧

(2012年1月～12月)

I. 著書

1. 古田 敬一、狩野 充徳、久保 卓哉、市瀬 信子他『拍案驚奇訳註（第三冊）包公の証文裁き』、汲古書院、東京.

本書は、『拍案驚奇』卷三十三の原文に、校勘・注釈・現代語訳を施したものである。底本は広島大学所蔵尚友堂刊本『初刻拍案驚奇』三十九巻本を用いた。この巻は、かの有名な宋の包公（包龍図〔九九九～一〇六二〕）の鮮やかな名裁判官ぶりを描いた物語である。登場人物は、兄の劉天祥夫婦と弟の劉天瑞夫婦である。ある凶作の年、口減らしのため、弟夫婦が豊かな土地へ移り住むこととなった。その際、のちのちのために財産目録の証文を、それぞれが一通ずつ所持して別れた。それから半年が経ち、弟が突然亡くなってしまった。その弟の子は、父親の遺骨を故郷に埋葬するため、相続の証文を携えて帰郷した。ところがその帰郷をよるこばない伯母は、甥と認めようとはせず、証文を取り上げたうえ、甥の頭をなぐりつけた。困ったその甥は、思案の揚句、裁判所に訴え出た。そこで、この物語の主人公である「包公」が登場するのである。果して、名裁判官と謳われた包公は、人の意表を突く奇想天外な手法を採った。その手法の詳細は本文に譲るとして、包公は、いかにも包公らしい公明正大にして、しかも巧みな計略的頭脳作戦を以て、伯母の悪辣な物欲を見事にあばき出し、不義をただし、正義を認める逆転の判決を下した。

II. 学術論文（査読付き）・国際学会プロシーディング

1. Eunji Seo and Katsuyoshi Takashima “Cross-functional Communication Behavior in Japanese Industrial Company: The Moderating Role of Alternatives,” *Proceedings of the KSMS 2012 Global Marketing Conference*.

Many Extant Marketing and Organization researches focused on relationship between conflicts and outcome. In this situation, communication behaviors are discussed as a moderating factor in relationship between conflict and outcome. But researches on relationship between conflict and communication behaviors have been largely conceptual with limited empirical support. This

research, therefore, investigates the effects of conflict to communication behaviors by analyzing data obtained from salesperson in Japanese industrial company. In addition, we tested the moderating effect of degree of alternatives on which is having salesperson as information provider. The results indicate that 1) cross-functional relationship conflict reduces bidirectional communication between salesperson and engineer, and 2) cross-functional process conflict that an awareness of controversy about how to tasks will be accomplished negatively affects PIQ (perceived information quality) of salesperson. Moreover, 3) moderating role of alternative is verified so that negative relationship between cross-functional conflicts and PIQ is stronger when salesperson has higher level of alternatives. Theoretical and managerial implications are discussed in this research.

2. 徐 恩之「職能横断的なコミュニケーションにおけるコンフリクトのトランスファーの影響」、『組織科学』、第45巻、第3号、22頁～34頁.

本研究の目的は、同じ職能部門内のメンバー間におけるコンフリクトが他の職能部門のメンバーとのコミュニケーションに影響を与えるコンフリクトのトランスファー現象を定量的に検証することである。既存のコンフリクト研究では、この関係が十分議論されなかったが、本研究では、職能部門内メンバー間の資源や役割の配分に関するプロセスコンフリクトが他の職能部門メンバーとのコミュニケーションを促進することが明らかになった。

3. 福井 正康、石丸 敬二、尾崎 誠「数理系教育ソフトウェアにおける汎用グラフィックインターフェースの提案」、『教育情報研究』、第27巻、第4号、55頁～66頁.

我々は1997年から社会システム分析ソフトウェアCollege Analysisを開発してきたが、2010年、これまでの標準的な、表形式、テキスト形式、グラフ形式の入出力に加え、グラフィックエディタと3Dビューアという汎用のグラフィックインターフェースを組み込んだ。前者は意思決定や経営科学の分析で頻繁に用いられる構造図などのデータ入出力用に、後者は立体図形や3次元グラフなどの出力用に利用される。この論文では我々のプログラムを例に、汎用グラフィックインターフェースの役割とその有効性について論述した。

4. 山本 和代、福井 正康「大学生の対人ストレスの実態についての検討 ～集計と尺度全体からみた傾向～」、『看護・保健科学研究誌』、第12巻、第1号、38頁～45頁.

我々は大学生の対人ストレスについての実態調査を行い、ストレス対処行動と社会的スキル及びセルフ・エスティームとの関連を尺度全体から検討した。

5. 山本 和代、福井 正康「大学生の対人ストレスの構造についての検討」、『教育保健研究』、第17号、75頁～84頁。

大学生の対人関係上の問題の背景として、ライフスキルの欠如がある。本研究では、ストレス対処行動の得点合計や各因子（以下ストレス対処行動と総称する）を予測するように、社会的スキルやSEの因子による重回帰モデルをつくり、その後、ストレス対処行動と、社会的スキルやSEの質問項目との重回帰モデルを考える。本研究の目的は、これらの分析により、ストレス対処行動に影響する主要な因子や質問項目の関係を求めようとするものである。

Ⅲ. 学術論文（その他）

1. 飯塚 勲「活動基準原価計算による医療原価の計算構造－脳神経外科のケース・スタディ」、『福山平成大学経営研究』、第8号、1頁～49頁。
2. 市瀬 信子「袁枚「子才子歌示莊念農」について」、『福山平成大学経営研究』、第8号、51頁～70頁。
3. 尾崎 誠、福井 正康「HTML5による3Dビューアの開発」、『福山平成大学経営研究』、第8号、129頁～135頁。
4. 佐藤 真司「スクリプト言語を用いた学習支援システムの開発と評価」、『福山平成大学経営研究』、第8号、71頁～87頁。
5. 坪井 始、川久保 和雄、細川 光浩、奥田 由紀恵、堂元 将司、「WebアンケートPHPスクリプトの自動生成」、『福山平成大学経営研究』、第8号、137頁～144頁。
6. 福井 正康、石丸 敬二「社会システム分析のための統合化プログラム19－関数グラフ・パラメータ関数グラフ－」、『福山平成大学経営研究』、第

8号、109頁～127頁.

7. 福井 正康、石丸 敬二、尾崎 誠「社会システム分析のための統合化プログラム18ーラフ集合分析・不確実性分析ー」、『福山平成大学経営研究』、第8号、89頁～107頁.

IV. 学会報告（討論者を含む）

1. Eunji Seo, Katsuyoshi Takashima, Cross-functional Communication Behavior in Japanese Industrial Company: The Moderating Role of Alternatives, *KSMS 2012 Global Marketing Conference*, July 19 - 22, (COEX, Seoul, Republic of Korea).
2. 石丸 敬二、福井 正康「College Analysisにおけるラフ集合分析プログラム」、日本教育情報学会第28回年会、2012年8月26日、（於 聖徳大学）.
3. 市瀬 信子「陆游『初冬』」、読游會、2012年11月17日、（於 神戸市立西区民センター）.
4. 尾崎 誠、福井 正康「HTML5による3D Viewerの開発」、日本教育情報学会第28回年会、2012年8月26日、（於 聖徳大学）.
5. 福井 正康、石丸 敬二、尾崎 誠「College Analysisによるシステムダイナミクス」、日本教育情報学会第28回年会、2012年8月26日、（於 聖徳大学）.

V. その他

1. 黄 敏（著）、本田 良平（訳）「人間的な絆の最後ーキャディの喪失とクエンティンの運命」、『フォークナー』、第14号、152頁～164頁。（翻訳紹介）

2. 本田 良平 「*Faulkner and Whiteness* (Edited by Jay Watson) 評」、『フォーナー』、第14号、203頁～206頁．（書評）

＜経営学部著者紹介＞

飯塚 勲：福山平成大学経営学部経営学科教授

福井 正康：福山平成大学経営学部経営学科教授

市瀬 信子：福山平成大学経営学部経営学科教授

芝田 全弘：福山平成大学経営学部経営学科准教授

尾崎 誠：福山平成大学経営学部経営学科講師

徐 ウンジ：福山平成大学経営学部経営学科講師

石丸 敬二：福山大学経済学部経済学科准教授

＜編集委員＞

浦西 秀司：福山平成大学経営学部経営学科准教授

経 営 研 究

第 9 号

平成25年 3 月25日 発行

発行所：福山平成大学経営学部

〒720-0001 広島県福山市御幸町上岩成117-1

電話 (084) 972-5001, Fax (084) 972-7771

印刷所：かもめいと旬

〒720-2412 広島県福山市加茂町下加茂179

Bulletin of
Faculty of Business Administration
Fukuyama Heisei University

No.9 March 2013

CONTENTS

<Articles>

A Study about the <i>Gushang Tijinji</i>	Nobuko ICHINOSE	1
Development of software for financial statement analysis	Makoto OZAKI, Zenko SHIBATA	23
The trend involving the convergence of the accounting standards in Japan	Zenko SHIBATA	39
Physics Simulation in College Analysis 1 - Motion of System of Particles, Simulation of the Planets -	Masayasu FUKUI	53
Physics Simulation in College Analysis 2 - Charge and Electric Field, Current and Magnetic Field -	Masayasu FUKUI	81
Multi-purpose Program for Social System Analysis 20 - System Dynamics, Definite Integral, Ordinary Differential Equation -	Masayasu FUKUI, Keiji ISHIMARU, Makoto OSAKI	107
The case study about the oversea expansion and knowledge transfer of Sushiro	Jungyim BAEK, Eunji SEO	127
 <Teaching Materials>		
How to Solve Questions and How to Avoid Pitfalls in Questions of Bookkeeping Certication Examination by Japan Chamber of Commerce and Industry	Isao IIZUKA	147
List of research achievements		233

FUKUYAMA HEISEI UNIVERSITY

117-1, Kamiawanari, Miyuki-cho, Fukuyama, Hiroshima 720-0001, Japan