

日々の勉強と試験対策の発達的变化

～センター試験の数学と国語を題材にした考察～

* 平 真木夫

Developmental Changes in Daily Learnings and Study for Tests: Consideration Based on the Mathematics and the National Language of the Center Exam

TAIRA Makio

要 旨

本論文では各発達段階（小学校，中学校，高等学校）においてどのような勉強をしていたのか，被験者たちに自由に記述するよう求めた。そして，受験勉強によって獲得された知識とはどのようなもので，どのように残ると考えられているのか，被験者たちに自由に記述してもらった。本論文はそのような質的な記述をテキストマイニングの手法を用いて可視化したものである。

Key words：学習方法，発達的变化，大学受験，最大瞬間学力

緒言

筆者は先行研究において（平・レオン，2011），大学生における数学の学力低下問題に関して，日本とシンガポールの国際比較にもとづいて考察した。特に受験をゴールとした学習動機と学習方略との関係の分析を通じ，大学入学後にどれだけ学力が低下するのか，そのメカニズムを明らかにした。日本人大学生たちにおいて，時間を掛けて勉強した単元において学力が低

下するという逆説的な結果が得られた。

具体的には図1と図2のような関係が示されている。

この研究を受けて，今回は学習方法が小学校，中学校，高等学校とどのように変化してきたのか，大学受験を経験した大学生を対象に各段階での勉強方法を記述するよう求めた。また，これと同時に受験によって獲得された知識がどのように変化するのか，同様に記述するよう求めた。

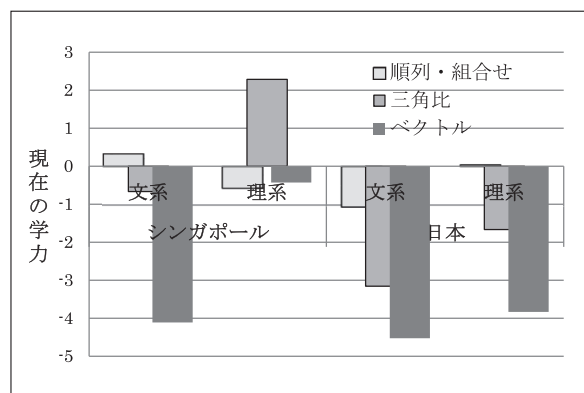


図1 単元ごとの現在の学力評価
（－5～＋5の評定平均）

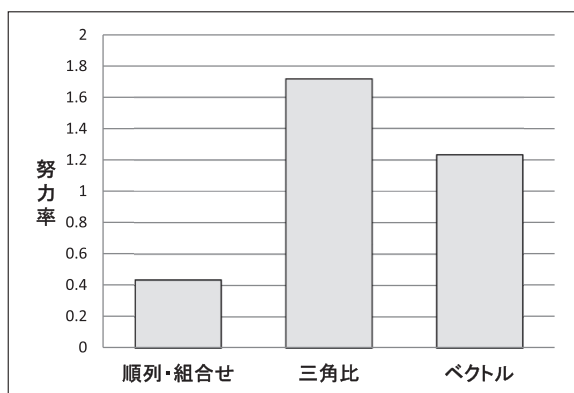


図2 日本人大学生における受験時の各単元の努力率
（－5～＋5の評定平均）

* 教職大学院

本研究で問題とするのは、どのような学習方法をとったかと、その方法によって学習された内容がどれだけ記憶に残っているかということである。これらのあいだには密接な関係があると考えられる。たとえば、学習者は学習する目的や動機付けに応じて学習方略を切り替えているといえる (Anderman & Midgley, 1997; Midgley, Kaplan & Middleton, 2001)。また「受験勉強」に特化したような暗記重視型の勉強は、瞬間的な学力の形成には役立つが、反復練習をしなくなると容易に忘れ去られてしまう現象が指摘されている (西林, 2004)。その他にも国立教育研究所 (1998) において、小学校の算数においても、算数で良い成績をとるのにどのようなことが必要かという質問 (TIMMS 1995年実施) に対して「教科書やノートに書いてあることを覚えること。」 (p.112) という回答が他の調査国と比べて有意に高いことが報告されている。小学校の段階でも、理解よりも解法の手続きを暗記することの重要性が示唆されている。

受験に向かって必死に勉強しても最終的にそれに見合った知識が得られないのが実情だが、そのような学習方略を自発的に選択しているといえよう。このような現象を本論文では最大瞬間学力とよび、この最大瞬間学力が発達的にどのように形成されたのか、実際に大学受験を経験した大学生たちを対象に調査した。

方法

2014年6月に教員養成系国立大学の3年生、16名 (男性3名、女性13名) を対象とした。この被験者集団は平・レオン (2011) が実施した調査と同じ大学の学生であった。この被験者たちに以下の項目について記述式の質問紙調査を実施した (数値で回答する項目は皆無で、全て文章で報告するよう指示した)。

1. 小学校、中学校、高等学校における主要5教科の勉強方法 (小学校は国語、算数、社会科、理科の4科目)
2. 受験勉強で獲得した知識の変化の予測とその理由

調査はコースの必修科目において実施され、課題レポートとして提出を求めた。調査に協力した被験者たちは基本的には「文系」に属する学生たちであったが、

原則的に全員がセンター試験を受験しているため、文系でも少なくとも2年生まで数学を学習していたものたちであった。また、この調査に先だって大学入学センター試験の過去問題 (2007年) のなかで、数I・Aと国語を、全ての被験者に解くよう求めていた。(今回の調査では解答を求めただけで、個々の問題の難易度評定や努力率といった回答は求めなかった。)

なお、テキストデータの理論的サンプリングに関する研究から (松村, 2011; 豊田, 2011)、特定の概念を表すカテゴリが出尽くして飽和状態に達する人数が20～30名と考えられている。今回の調査の被験者数は16名となっていて理想的な飽和状態は想定できないが、ある程度の一般化が可能な被験者数といえるであろう。

結果

今回の調査では、テキストマイニング (形態素解析) を行うにあたって2つのソフトを利用した。一つは、KH Coder 3.Beta.01g [Perl 5.14] で、複合語抽出にはKH coder に実装されている専門用語用自動抽出 Perl モジュール TermExtract を利用した。KH Coder では茶筌も複合語の抽出に利用できるが、今回は TermExtract を採用した。このKH Coder と同様に株式会社ユーザーローカルが開発、公開しているAIテキストマイニングの無料版も分析に利用した (<https://textmining.userlocal.jp/>)。

なお、今回分析に利用する共起ネットワークにおける共起関係とは、1つのテキストの中に複数の語がそれぞれ共に頻出している状態を意味している。たとえば、平 (2020) が解説するように、小中の勉強の違いに関する質問の中で「勉強方法」と「丸暗記」が共に頻出していれば、その状態は強い共起関係にあるという。テキストの中で用いられた単語をノードとし、単語と単語の共起性をリンクとするネットワークとなっている。そして、リンクの強さを Jaccard 係数で表現する (強さ=太さ)。Jaccard 係数とは、集合XとYの共通要素を要素の総数で割って集合間の類似度を比較するものとなっている。たとえば、 $X = \{1,4,7\}$ $Y = \{1,3,4,8,9\}$ とすると、 $J(X, Y) = |X \cap Y| \div |X \cup Y| = |1,4| \div |1,3,4,7,8,9| = 2 \div 6 \approx 0.33$ となる。このとき Jaccard 距離 $= 1 - (\text{Jaccard 係数}) = (|X \cup$

$|Y| - |X \cap Y| \div |X \cup Y|$ となる。KH coder では他にもユークリッド距離、コサイン係数も選択できるようになっているが、本研究では Jaccard 係数を採用した。同じサブグラフに含まれるサブグラフは実線で繋がっていて、線の太さで共起関係の強さを表す。今回は Jaccard 係数上位60でサブグラフ検出を modularity とした（実際には Jaccard 係数上位60は Jaccard 係数の値が0.6以上のものだった）。破線はお互いに異なるサブグラフであることを示す。それぞれのサブグラフの共起関係は階層的クラスター分析によっても確認したが、紙幅の関係でそれらのグラフは載せていない。

また、今回の分析に利用した対応分析とはクロス表を分析するときに利用される統計手法となっていて、クロス分析（共起分析）をするときに利用される分析である。このクロス表（別名、分割表：Contingency Table）を分析するときには、始めに、似たデータを近くに、似てないデータを遠くに配置するような手順でデータの並べ替えを行う。このように行列の項目を移動させて配置を変更すると、対角線上に数値が高いデータが集まるようになる。この表を構成する行列の相関係数の2乗ができるだけ1になるように未知の尺度を推定する。つまり、対応分析とは、この相関係数

が最大になるように成分を求めるものとなり、結果的に、固有方程式を計算することになる。

なお、AI テキストマイニングが提供している機能のなかでワードクラウドがあるが、この分析ではスコアが高い特徴語を複数選びだし、その頻度に応じた大きさと特徴語が図示される。また、動詞が赤色、名詞が青色、形容詞が緑色となるように設定されている。スコアの高さは一般的に特徴的で頻度が高い言葉がより大きく中心に表示されるように設定されているが、TF-IDF (Term Frequency, Inverse Document Frequency) によって計算される。これは単語の出現頻度 (TF) と、複数のテキストで出現する一般的な単語の逆数 (IDF) によってそのテキスト固有の特徴語が計算される。グラフの中の位置には意味がなく、単語同士の近さにも意味がない。

学習方法の発達的变化

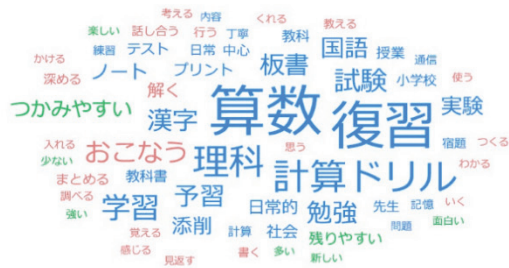
始めに小学校、中学校、高等学校において、それぞれの校種において被験者たちがどのように勉強していたのか、それぞれ自由に記述するよう求めたデータを分析する（図3）。

図3の結果は成分1が68.46%、成分2が31.54%、合



図3 小学校、中学校、高等学校の勉強方法の対応分析

勉強方法小学校



勉強方法高校

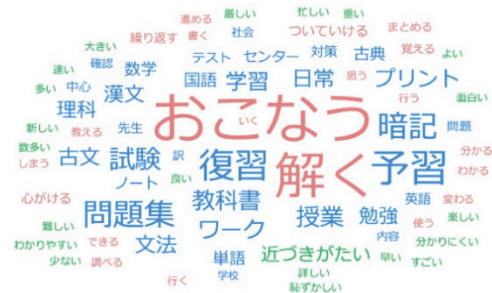


図4 小学校と高等学校のワードクラウドの比較

わせて9割以上の累積寄与率となっており、元のデータをかなり反映していると言えるだろう。この分析から示唆されるのは、「高校」の近くに暗記、予習、確認といった言葉が集まっていること、「中学校」の近くにワーク、音読、受験といった言葉が集まっていること、「小学校」の近くにドリル、練習、漢字といった言葉が集まっていることが分かる。

この結果を受けて、ワードクラウドを利用して小学校と高校を比較した図を作成したが(図4)、小学校と比べて高校では暗記、復習、予習の要素が際立っていることが示唆された。実際に高校時代の記述として「国語は、古文、漢文の役を暗記し、文法もワークを解いて覚える」「基本例文は通学中などに暗記し、テスト前は確認する程度だった」といった記述が見られた。高校段階では、このように暗記したり、解いたりといった、ある種の自主性として図4のワードクラウド上にも「おこなう」という動詞が大きく現れていたのではないだろうか。実際に対応分析のグラフ(図3)において、高校の周辺に「暗記」「確認」「繰り返す」といった単語が近くにあるのに対応している。また被験者として参加したコースの二次試験の科目が国語と英語であったことも、国語系の言葉が単語として頻出語となっていた要因と考えられるだろう。(センター試験においては5教科全て勉強したはずだが、相対的に二次試験の科目の方が比重が高かったと推測される。)

それに対して小学校では、「国語は復習が中心で、主に音読と漢字練習をしていた」「国語に関しては、音読や漢字テストに力を入れていたように感じる」「小学校では、国語と算数以外は家庭での勉強はしていなかった」「小学校の時は、試験だといって勉強し

た覚えはあまりない」といった記述が見られた。高校では暗記や予習復習に力点が置かれ、小学校では試験に関しては特に意識せずに算数や漢字のドリルをベースに学習していたことが示唆される。

このように小学校では素朴な学習習慣を基本とし、高校では暗記や予習、復習に力を入れた学習スタイルになっていたことが示唆されるが、中学校ではどのような学習方法をとっていたのだろうか。KH Coderを利用して中学校時代の学習方法を共起ネットワークを作成して考察した(図5)。

グラフから示唆されるのは、「通信、添削」のサブグループが出現していることから中学校での通信添削の利用が出てきたことである。実際に「数学は予習は特にしていなかったが、授業が終わるごとに学校のワークや通信添削などの教材を使って復習をしていた」のような記述が確認された。また、「試験、勉強、復習、予習」の言葉が大きな文字（頻度が高い文字）で密接に繋がっていて大きなサブグループを編成していることが分かる。これに相当する典型的な記述として「学校の勉強は、教科書を予習し、授業を受け、ワークや問題集で復習した」のようなものが確認できる。高校校ほどではないかもしれないが、小学校とは勉強の方法が質的に大きく変化していることが示唆される。

小学校での学習を特徴付ける記述を列記すると、「日常的な勉強は漢字や計算など基本的なものが中心であった」「小学校では、国語と算数以外は家庭での勉強はしていなかった」「全教科に共通して、予習・復習、試験勉強は特にしていなかった」となる。そして、中学校では、「試験勉強は、復習ドリルのようなもので解きながら学習していた」「試験勉強は、ワークでできない所の復習をしていた」「試験勉強は、復

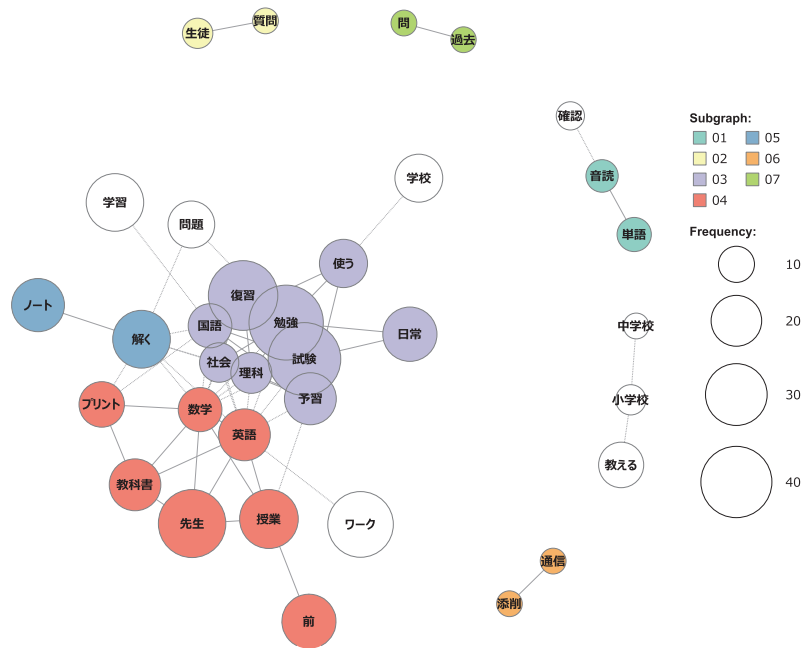


図5 中学校時代の学習方法の共起ネットワーク (サブグループ)

(注) 円の大きさが頻度の高さを、線の太さが単語の結びつきの強さを表している。

習プリントが用意され、復習し試験にのぞんでいた」
となる。高校においては、「試験対策は、範囲の問題
を沢山解き、分からない問題は分かるまでやった」「基
本例文は通学中などに暗記し、テスト前は確認する程
度だった」「学校で配られたプリントを何度も解いて
勉強していた」といった記述が多くなる。小学校時代
の素朴な自主学習から、段階的に勉強のスタイルが大
学受験のような high stakes tests に向けた勉強にシフ
トしていったことが示唆される。

受験勉強によって獲得された知識の行方

緒言にも書いたが、本研究は大学受験に典型的に見
られるように極端な目的合理性に基づいた学習は、瞬
間最大学力のような望ましくない学力に繋がるのか実
際に検証することである。そこで、大学受験を終えて
から約2年経過した被験者たちにレポート課題として
学力残存度と受験勉強によって獲得された知識の今後
を記述してもらった。

なお、このレポート課題に先だって、先述したよ
うに被験者たちにセンター試験の数学ⅠAと国語の過
去問をそれぞれ講義のときに実際に解答するよう求め
た。つまり、実際に過去問に取り組んだことで現在の

学力状態がどのようなものか把握するよう求めたこと
になるが、その経験をもとに受験勉強によって獲得さ
れた知識をどのように考えているのか考察することに
なる。

知識の残存状態と今後の知識を自由に記述するよ
う求めた結果を共起ネットワークによって可視化した
ものが図6である。単語の頻度の高さの観点で考察す
ると最も特徴的なサブグラフは「知識、受験、勉強、
忘れる」の集まりだろう。

たとえば、「忘れる」と関係する記述としては「こ
れからは、必要なことを覚えておき、必要でないこと
は自然と忘れていくと予想する」「使う機会がない場
合にはその知識は忘れられていく一方であると思う」
「受験を通じて勉強した知識は、次の学習に役立てら
れるか、忘れてしまうかである。受験のために培われ
た知識はいずれ風化すると予想する」「現に、当時読
み込んだ日本史の知識など、今は思い出せないものが
ほとんどです。必要ないものは忘れられてしまうから
だと思っています」が見られた。このような悲観的な予想
を持つようになった理由は、やはり緒言でも書いたよ
うに、センター試験の過去問をあらためて解いたこと
で瞬間最大学力しか獲得できていなかった実感があっ
たからだろう。

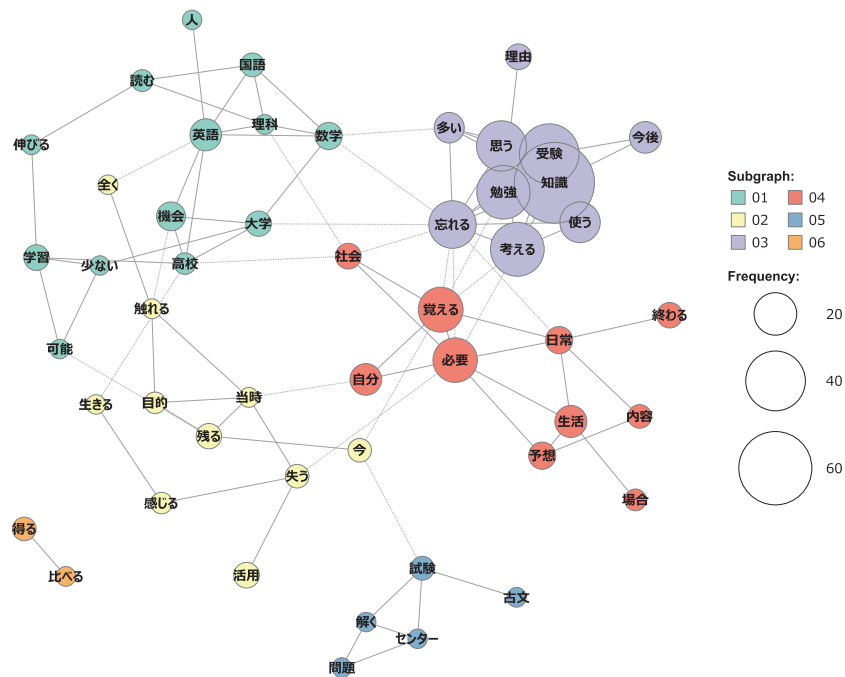


図6 受験勉強に関する自由記述の共起ネットワーク

考察

本論文は平・レオン (2011) が行った大学生の学力低下問題の追調査として位置づけられる。平・レオン (2011) では日本とシンガポールの大学生を対象として、国語と数学に限定して両国の大学生の学力の実態を調べたが、そこでは国語力はあまり変化がないのに対して数学は文系学部 of 学生において有意に低下が見られた。これは日本もシンガポールも同様の結果であり、まさに受験をピークに定めた最大瞬間学力といえるような結果であった。本論文はこの調査結果を受け何故このような学力が形成されたのか、小学校から高校まで主要5教科の勉強方法の変遷を自由記述によって分析したことになる。

最大瞬間学力に対して恒常的な学力として、本論文では OECD や文部科学省が提唱する活用型の学力・知識を望ましい学力と定義したい。たとえば OECD による PISA 調査 (Program for International Student Assessment) のリテラシの定義の中でも数学的リテラシは次のように定義される (OECD, 2006)。

「数学が世界で果たす役割を見つけ、理解し、現在及び将来の個人の生活、建設的で関心を持った思慮深い市民としての生活において確実な数学的根拠に基づ

き判断を行い、数学に携わる能力」

今回の調査でもセンター試験の数学 I・A の過去問を解かせたが、このような数学的根拠に基づき判断を行うための活用型の知識は、単純な暗記によって形成された知識とは異なって知識のネットワーク構造の中で様々な概念と結びついており、そのリンクの数が多いため忘却されにくいと考えられる。たとえば松見 (1994) は、2重符号仮説と加算効果の検証として均衡バイリンガルと英語の初学者を被験者として実験を行ったが、(1)想起すべきターゲット概念へ辿り着く経路が多いほど想起しやすいこと、(2)記憶を再生するときには、周辺知識も芋づる式に活性化されていることを示している。すなわち、意味ネットワークの中でリンクの数が多ければ、概念として精緻化されているほど忘却率も低下するといえよう。

それに対して学習する意義や目的が不明確な場合には、一般的に反復練習によって切り抜けるしか方法がないだろう。そのため反復作業の傾向が強くなり、そのような状態は概念間のリンクが少なくなりやすいと考えられる。したがって、今回の調査結果のように、反復作業が中止されることによって学んだことが急激に忘却されることに繋がったのではないだろうか。

実際に、平・レオン (2011) でもそうであったが、

被験者たちは国立大の学生であり塾や予備校に通うなど大学入試に特化した受験勉強を経験したものであった。特にセンター試験の数学は素早く制限時間内に解答することが求められるパターン重視の科目であり、ある種の暗記科目と考えると、暗記・反復による学習に特化したものであった可能性が高い。たとえば、極端ではあるが数学の学習において理解よりも、膨大な量の暗記・反復を推奨する本も存在する（和田，2014）。そのように考えると今回得られた結果もそのような文脈でのものと考えられる必要があるだろう。

このようなある種の「塾力」に典型的に見られるような受験学力、最大瞬間学力ではなく活用型の学力に移行するためには、総合的な学習（探究）の時間のように現実的な課題に取り組むようなバランスがとれた学習に移行すべきではないだろうか。実際に緒言でも言及したように真正な算数・数学の学力を身につけるためには、「教科書やノートに書いてあることを覚えること」ではない状況を作るべきではないだろうか。この点について、競争型の大学入試がある限り容易には変化は生じないかもしれないが、大学入学の枠組みが推薦入試やAO入試の比率を高める方法に動いていることを考えるとそれほど絶望的ではないかもしれない。

付記

この研究は科学研究費基盤（C）17K04339 の支援を受けている。

文献

- Anderman, E. M., Maehr, M. L., & Midgley, C. (1999) Declining motivation after the transition to middle school: Schools can make a difference. *Journal of Research and Development in Education*, 32, 131-147.
- 国立教育研究所（1998）小学校の算数教育・理科教育の国際比較—第3回国際数学・理科教育調査最終報告書，東洋館出版社
- 松見法男（1994）第2言語習得における単語の記憶過程 バイリンガル二重符号化説の検討，*心理学研究*，64（6），Pp. 460-468.
- Midgley, C., Kaplan, A., & Middleton, M. J. (2001) Performance-approach goals: Good for what, for whom, under what circumstances, and at what cost? *Journal of Educational Psychology*, 93, Pp.77-86.

- 松村真宏（2011）テキストデータの理論的サンプリング <https://mtmr.jp/tmp/text-sampling.pdf>（最終確認 2020年12月10日）
- 西林克彦（2004）いま必要な学習論 指導と評価，50, Pp.17-20
- OECD（2006）PISA 2006年度調査 評価の枠組み OECD 生徒の学習到達度調査（国立教育研究所 監訳），ぎょうせい
- 平真木夫・レオン・チャンフーン（2011）最大瞬間学力のパラドックス 日本・シンガポールの比較を通じて，*宮城教育大学研究紀要*，Vol.46, Pp.251-264
- 豊田秀樹（2011）質的研究の理論的サンプリングにおける理論的飽和度，*日本教育心理学会第53回総会発表論文集*，Pp.624-625.
- 和田秀樹（2014）増補2訂版 数学は暗記だ！ブクマン社