HOKUGA 北海学園学術情報リポジトリ
学校法人北海学園
北海学園大学
北海商科大学

タイトル	実務担当者向け問題解決教育コンテンツについて －実務担当者向けに実施されたExcelソルバー研修会を例に －
著者	上田，雅幸；Ueda，Masayuki
引用	北海学園大学経営論集，21(2)：69-78
発行日	2023-09-25

Hokkai-Gakuen Organization of Knowledge Ubiquitous through Gaining Archives.

《研究ノート》

実務担当者向け問題解決教育コンテンツについて

── 実務担当者向けに実施された Excel ソルバー研修会を例に ──

上　田　雅　幸

1．はじめに

数理モデルに基づく意思決定支援システムをマーケティングや医療等の分野に利用することの有効性を示す研究がいくつもあるにもかかわらず，そうしたシステムの導入率は低いままである（Lilien et al., 2004）。著者は，［4］において，数理的手法を用いて問題解決を行うこと（解析的問題解決）の潜在的利用者である学生向けに，その教育方法について考察した。その後，著者は，実務担当者向けの研修会において，「Excel ソルバーによる課題解決演習」の講師を担当する機会を得た。本研究では，当該研修会の取組みを例に，解析的問題解決の利用促進について考察する。

著者は，「（地独）北海道立総合研究機構 産業技術環境研究本部　ものづくり支援センター（工業試験場）」が主催する品質評価技術研修において，「Excel ソルバーによる課題解決演習」（以下，研修会）の講師を担当する機会を得た。研修会は，道内の中小企業の工場長，生産管理部門リーダー，及び，Excel ソルバー機能に興味のある方を対象に，２回に分けて行われた。研修会は，新型コロナウィルス感染拡大防止のため，１回目は対面とオンラインを併用するかたちで，２回目は完全オンラインで行われた。参加者は，12 名の募集人数に対して１回目が 6 社 10 名，２回目は対面のみ参加可能だった３名が不参加となった。研修会では，“Excel[1] 等の手持ちのツールにより対象を捉え，自分の頭を使って考え，客観的に分析することが大切である”という考えから，さまざまな経営上の問題について Excel のソルバー機能を問題解決に役立てることを狙いとした。具体的には，“Excel ソルバーの使い方を学ぶ”，“Excel ソルバーが利用できそうだと感知する能力を高める”ことを目標とした。

Excel のソルバー機能（以下，Excel ソルバー）を用いて問題を解くためには，Excel シート上に解決すべき問題の状況を表形式に整理する必要がある（以下，表モデルの作成）。Excel シート上のセルを指定しながらパラメータを設定して Excel ソルバーを実行すると，当該問題に対する解を自動的に求めることができる。さまざまな問題に主体的に取り組んでみるように動機づけるためには，解析的問題解決の教育を通じて表モデルを作成する能力を高める必要がある。著者が提案する教育方法は，問題状況を表形式に整理する作業のなかで，数式モデルを作ることなしに，Excel シート上で試行錯誤を繰り返しながら問題状況を直接表モデルとして整理できるように教育する。繰り返し問題を解くことにより表モデルのかたちに経験的に慣れることにより，別の問題に直面しても同じように表モデルを作成して問題解決を図れるようになることが期待できる。研修会では，［4］同様，問題状況を表形式に整理する練習を繰り返しながら，“どのように表モデルを作成するべ

きか”を参加者に意識させることに重点を置くこととした。

2．実務担当者向け Excel ソルバー教育コンテンツ（研修 1 日目）

研修会では，まず，参加者が“最適化問題を解く”ことをイメージできるように，「生産計画問題」の問題解決案の作成に取り組むこととした。English（1993）は，表計算ソフトを利用した数学教育の初期段階において，前もって作成されたシートを用意することを提案している。English（1993）は，シート上で行われていることを理解する段階においては数式を非表示に設定している。研修会では，“生産計画問題を解くこと”の理解に参加者を集中させるという目的から，数式を非表示に設定した「生産計画問題」の解決を支援するための Excel シート（図 1）をあらかじめ用意することにした。当該 Excel シートは，A セット，B セットの「生産量」を入力すると，羊羹，どら焼き，大福の「利用量」，及び，「総利益」が自動で計算される。「利用量」が「制限量」を超えた場合には，「斜体」で表示させる仕組みとなっている。図 1 では，羊羹とどら焼きの「利用量」が斜体となっていることから，「制限量」を超えていることが分かる。

参加者は，当該 Excel シートをもとに，羊羹，どら焼き，大福の制限量を超えないように注意を払いながら A セット，B セットの生産量をいろいろと変化させ，総利益がなるべく大きくなるようにその生産量を決定した。「生産計画問題」を通じて，参加者は，“さまざまな「制約」のなかで，利益を最大にしたりコストを最小にしたりするという「目的」に合った「決定」を行うこと”が最適化問題を解くことであると理解できた。研修会では，“最適化問題を解くうえで「決定変数」，「目的関数」，「制約条件」を常に意識しておかなければならないこと”を強調した。

研修会では，Excel ソルバーを用いた問題解決プロセスを，問題状況を（図 1 のように）表形式に整理する段階 1，ソルバーのパラメータ設定画面において「決定変数」，「目的関数」，「制約条件」を設定する段階 2，Excel ソルバーを実行し，その結果を検証する段階 3 に分けて説明を行った。問題状況をうまく表形式に整理することができなければ Excel ソルバーを積極的に活用することができないことから，研修会では，特に段階 1 に重点を置くこととした。

生産計画問題：

ある菓子店では，「羊羹」，「どら焼き」，「大福」を組合せて箱詰めにし，A セット，B セットとして販売することになった。A セットは，羊羹 1 個，どら焼き 3 個，大福 4 個の組合せである。B セットは，羊羹 5 個，どら焼き 5 個，大福 3 個の組合せである。1 セット当たりの利益は，A セットが 2 千円，B セットが 5 千円である。設備の都合上，1 日当たりの最大生産数は，羊羹が 100 個，どら

	A セット	B セット	利用量： ～個利用	制限量： ～個まで
羊羹	1	5	*185*	100
どら焼き	3	5	*205*	150
大福	4	3	145	160
利益／セット（千円）	2	5		
生産量（セット）	10	35	総利益（千円）	195

図 1　「生産計画問題」の解決を支援する Excel シート

焼きが 150 個，大福が 160 個に限られる。作ったセットは全て売り切れるとした場合，１日の利益を最大にするには，Ａセット，Ｂセットをそれぞれ何セットずつ作ればよいか。

	Ａセット	Ｂセット	制限量：～個まで
羊羹	1	5	100
どら焼き	3	5	150
大福	4	3	160
利益／セット	2	5	

研修会で扱うすべての問題に対して，“この問題を解く”ことが，「何を決定することなのか？」，「決定の評価基準は何なのか？」，「決定にはどのような制約がかかるのか？」を意識するために，まず問題解決案を１つ作成することから始めた。次に，「決定変数」，「目的関数」，「制約条件」を Excel シートに反映させていくことにより，解決すべき問題の状況を表形式に整理できることを学習した（表モデルの作成）。最後に，Excel ソルバーを実行し，その結果を確認した。

①「生産計画問題」への取組み

１回目の研修会で取り組んだ問題の１つに，「生産計画問題」がある。当該問題の解決に向けて，まず問題解決案を１つ作成するところから始めた。既に最適化問題の説明の際に扱った問題であることから，当該問題が，「羊羹，どら焼き，大福の制限量に注意を払いながら，総利益が最大になるようにＡセット，Ｂセットの生産量を決定する問題」であることを確認した[2)]。次に，明らかにした「決定変数」，「目的関数」，「制約条件」を Excel シートに反映させていく作業を行った。例えば，「決定変数」（Ａセット，Ｂセットの生産量）と「目的関数」（総利益）を表すセルを追加すると，図２のようになる。同様に，「制約条件」として，“羊羹，どら焼き，大福の利用量が，それぞれの「制限量」以下である”ことを表すために，「利用量」を表すセルを追加する必要がある。このように情報を追加すると，最適化問題の説明の際に利用した Excel シート（図１）と同じかたちとなる[3)]。

Excel ソルバーを利用するにあたって，表モデルの作成に関するルールはない。問題状況を自由に整理できることが，魅力の１つでもある。しかしながら，独自の自由な手法で表モデルを作成すると，数式の入力やコピーの際にエラーが起こりやすくなるだけでなく，記述内容が分かりにくくなる。「生産計画問題」に対しても必ずしも図１のように整理する必要があるわけではないが，“うまく整理しておかないと，後々使い勝手の悪いものになってしまうこと”は強調する必要がある。表モデルが完成した後は，Ａセット，Ｂセットの「生産量」を表すセルの値を変化させたときの「総利益」，「利用量」の変化等を確認しながら，意図したように表モデルが機能していることを確かめる必要がある。この作業を通じて，「決定変数」，「目的関数」，「制約条件」を反映させた問題状況が表形式に整理されていることを確認できる。最後に，Excel ソルバーを実行し，その結果を確認した（図３参照）。特に Excel ソルバーを用いた問題解決にまだ慣れていない段階においては，“Excel ソルバーの実行結果は，あくまで整理された結果に対する答えであり，見落としや誤った整理などがあれば，解決したい問題の答えとしてはおかしなものとなること”を強調する必要がある。

②「プロジェクト採択問題」への取組み

１回目の研修会では，「プロジェクト採択問題」にも取り組んだ。当該問題の解決も，まず問題解決案を１つ作成するところから始めた。プロジェクト採択問題は，「生産計画問題」と比べると，「決定変数」が参加者にとって少し分かりにくいようであった。参加者は，「Ｐ１，Ｐ２，Ｐ４を採択する」，「Ｐ１，Ｐ４，

	Aセット	Bセット	制限量： ～個まで	
羊羹	1	5	100	
どら焼き	3	5	150	
大福	4	3	160	
利益／セット（千円）	2	5		
生産量（セット）	0	0	総利益（千円）	0

図 2 「生産計画問題」の表モデル①

	Aセット	Bセット	利用量： ～個利用	制限量： ～個まで
羊羹	1	5	100	100
どら焼き	3	5	150	150
大福	4	3	145	160
利益／セット（千円）	2	5		
生産量（セット）	25	15	総利益（千円）	125

図 3 「生産計画問題」の表モデル②

P 5 を採択する」等の問題解決案を挙げることができる。１つの問題解決案では採択されているＰ２が２つ目の問題解決案では採択されておらず，２つの問題解決案では採択されているＰ５が１つ目の問題解決案では採択されていない。このように問題解決案を確認することにより，問題解決のなかでいろいろと変化させながら決定しているのは，各プロジェクトを採択するかしないかであることに気付くことができる。すなわち，各プロジェクトに関して「採択する（○）／採択しない（×）」を決定することが，「この問題を解くこと」になる。“プロジェクトの組合せによって決まる利益の合計を最大化することが「目的関数」であること，プロジェクトの組合せによって決まる費用の合計が予算内でなければならないことが「制約条件」であること”は，参加者にとってそれほど難しくはないようである。

次に，明らかにした「決定変数」，「目的関数」，「制約条件」を Excel シートに反映させていく作業を行った。各プロジェクトに関して「採択の可否」を表すセル，採択するプロジェクトの組合せによって決定する費用の「合計」，及び，「総利益」を表すセルを追加すると，図 4 のようになる[4]。

プロジェクト	費用（万円）	利益（万円）	採択の可否	
Ｐ１	650	2500	1	
Ｐ２	500	1650	0	合計（万円）
Ｐ３	400	1200	0	2000
Ｐ４	750	2600	1	予算（万円）：～まで
Ｐ５	600	1600	0	2000
Ｐ６	250	1000	1	総利益（万円）
Ｐ７	350	1300	1	7400

図 4 「プロジェクト採択問題」の表モデル

表モデルが完成した後は，「採択の可否」を表すセルの値を変化させたときの「合計」，「総利益」の変化を見ながら，意図したように表モデルが機能していることを確認する必要がある。この作業を通じて，「決定変数」，「目的関数」，「制約条件」を反映させた問題状況が表形式に整理されていることを確認できる。最後に，Excel ソルバーを実行し，その結果を確認した（図 4 参照）。

プロジェクト採択問題：

ある会社では，新規プロジェクトとして 7 件の候補 P 1〜P 7 が提案されている。それぞれの費用と見込まれる利益は表のようになっている。新規プロジェクトの予算は 2, 000 万円である。予算の範囲内で，どのプロジェクトを組合せて採択すれば，利益を最大にできるだろうか。

プロジェクト	費用（万円）	利益（万円）
P 1	650	2500
P 2	500	1650
P 3	400	1200
P 4	750	2600
P 5	600	1600
P 6	250	1000
P 7	350	1300

研修会では，「輸送問題」，「割当問題」についても，同様に取り組んだ。問題解決案を作成することから開始し，「決定変数」，「目的関数」，「制約条件」を反映させた表モデルを作成し，Excel ソルバーを実行し，その結果を確認する作業を行った。

3．参加者が作成した問題への取組み（研修 2 日目）

1 日目の研修会の終わりに，“Excel ソルバーを活用できるかもしれない問題を身の回りから探してみる”，もしくは，“オリジナルの問題を作成してみる”という課題を課した。2 日目の研修では，参加者が作成してきた問題を中心に取り組むこととした。この取組みにおいて，参加者が作成する問題は，テキスト上の問題とは異なり，問題状況が簡潔には整理されていないことがある。また，参加者の表モデルの作成能力に関しても，Excel ソルバーの実行結果を確認する段階になって，問題の解決に必要な情報が表モデルにきちんと記述されていないことに気が付くこともある。参加者は，提起された段階においてはその目的や制約などがあいまいな状態である問題を，解決すべき問題として明らかにしたうえで，試行錯誤を繰り返しながら問題状況をより整理しやすいかたちとして表モデルを完成させた。参加者が作成した問題を扱うことは，解決すべき問題が明確に整理されたテキストの問題を扱うよりも，提起された問題を解決すべき問題として整理することを意識しながら表モデルを作成させる仕掛けとして有効である。

さまざまな問題に取り組むにあたり，研修会では，1 日目に扱った 4 つの問題（「生産計画問題」，「輸送計画問題」，「割当問題」，「プロジェクト採択問題」）の表モデルを，問題解決支援のためのテンプレートとして用意した。Beliën 他（2011）では特定の問題向けにあらかじめ作成されたテンプレートが用意されているのに対して，研修会の参加者は，4 つのテンプレートのなかから“問題状況の整理には，どのテンプレートが使えそうか”を判断し，必要な修正や工夫を加えながら，表モデルを完成させる必要がある。テンプレートを用意することは，限られた時間の中で表モデルの作成にかかる負担を軽減するだけでなく，テンプレートを意識することで問題状況をうまく表形式に整理する練習にもなると期待できる。

以下に，参加者が作成した問題をいくつか紹介する[5]。

	製品Ａ	製品Ｂ	製品Ｃ	製品Ｄ	最大投入可能量
アルミ塊α	25	19	8	1	500
アルミ塊β	18	10	3	1	500
アルミ塊Δ	1	4	8	10	100
工賃／個（千円）	100	200	80	5	

参加者が作成した問題１：

４種類のアルミ製品Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄを生産するため，３種類のアルミ塊（α，β，Δ）を溶解炉へ投入する。各製品に含まれるアルミ塊α，β，Δの配分量，溶解炉へのアルミ塊の最大投入可能量，及び，各製品の工賃は下表の通りである。アルミ塊の投入可能範囲内で，工賃を最低限に抑えるためには，各製品を何個ずつ生産すればよいか。

当該問題の解決は，「生産計画問題」用のテンプレートを参考にすることができる。図５は，テンプレートを基に，当該問題に対する表モデルを作成した結果である。この表モデルを利用して Excel ソルバーを実行すると，各製品の生産量がすべて「０」という結果が得られる。“何も作らなければ，工賃は発生しない”ので，この段階で整理された結果に対する答えとしては正しい。しかしながら，この結果は，問題作成者の意図したものではない。問題状況を再確認することにより，研修会では，“製品ごとに必要な生産量が決まっている”という条件を追加して問題解決を進めることとした。図６は，「必要生産量」を表すセルを追加して，Excel ソルバーを実行した結果である。

	製品Ａ	製品Ｂ	製品Ｃ	製品Ｄ	投入量	最大投入可能量
アルミ塊α	25	19	8	1	0	500
アルミ塊β	18	10	3	1	0	500
アルミ塊Δ	1	4	8	10	0	100
工賃／個（千円）	100	200	80	5		
生産量	0	0	0	0	総工賃（千円）	0

図５　問題１に対する表モデル①

	製品Ａ	製品Ｂ	製品Ｃ	製品Ｄ	投入量	最大投入可能量
アルミ塊α	25	19	8	1	335	500
アルミ塊β	18	10	3	1	208	500
アルミ塊Δ	1	4	8	10	89	100
工賃／個（千円）	100	200	80	5		
必要生産数量	7	7	3	3		
生産量	7	7	3	3	総工賃（千円）	2355

図６　問題１に対する表モデル②

参加者が作成した問題２：

仕事を完了させるのに必要な時間と本日中に完了しなければならない仕事を下表に記す。仕事１～10 を１日（８時間：480 分）の中で行う場合，完了した仕事の数をできるだけ多くするためには，どの業務を行えばよいか。

仕事	所要時間	本日中に完了
1	60	
2	30	○
3	5	
4	180	○
5	10	
6	30	
7	10	
8	120	○
9	50	
10	40	

研修会では，問題文にある“完了しなければならない”をどのように解釈するかが問題となった。図７は，“完了しなければならない仕事”を文字通り“必ず行わなければならない仕事”と捉えて整理した結果である。当該表モデルは，「プロジェクト採択問題」用のテンプレートを基に作成している。図７では，仕事２，４，８の「行う／行わない」を「１」と固定し，「決定変数」には設定していない。図７は，Excel ソルバーを実行した結果である。

図８は，“完了しなければならない仕事”を“できるだけ行うべき仕事”と捉えて整理した結果である。図８では，新たに“優先度”という概念を導入して問題解決が図られている。各仕事の「優先度」を表すセルを追加し，“本日中に完了しなければならない仕事”には高い優先度をつける。図８は，行った仕事の「優先度の合計」が最大になるように Excel ソルバーを実行した結果である。

仕事	所要時間（分）	行う／行わない	合計所要時間	完了した仕事数
1	60	0	470	8
2	30	1	１日の時間	
3	15	0	480	
4	180	1		
5	10	1		
6	30	1		
7	10	1		
8	120	1		
9	50	1		
10	40	1		

図７　問題２に対する表モデル①

仕事	所要時間（分）	優先度	行う／行わない	合計所要時間	「優先度」の合計
1	60	3	0	475	55
2	30	10	1	１日の時間	
3	15	3	1	480	
4	180	10	1		
5	10	7	1		
6	30	5	1		
7	10	2	0		
8	120	10	1		
9	50	4	1		
10	40	6	1		

図８　問題２に対する表モデル②

参加者が作成した問題 3 ：

大手キャリアから格安 SIM への社用スマホの契約の見直しを検討している。140 回線の契約により，250 GB のデータ容量を満たす必要がある。データ容量別の基本料金が下表で与えられるとき，月額基本料金を最も低く抑えるためには，どのように契約をすればよいか。ただし，各 SIM カード間でのパケットシェアは可能であるとする。

容量（GB）	基本料金（円）
0.5	700
3	900
6	1580
10	2520
20	3980
30	5900

問題状況の整理に必要な情報を挙げていくなかで，「パケットシェア」をどのように解釈するかが問題となった。パケットシェアはサービス提供元によってサービスの利用料，シェアできる回線数等が微妙に異なるようなので，“パケットシェアが可能”だけでは，問題を正しく認識することができない。研修会では，「パケットシェア」を，単に“無料で，データ容量を SIM カード間でシェアできるサービス”と捉えて解くことにした。図 9 は，「プロジェクト採択問題」用のテンプレートを基に，当該問題に対する表モデルを作成した結果である。図 9 には，データ容量別の「契約回線数」に応じて決定する「契約回線数の合計」，「データ容量」，「基本料金の合計」を表すセルが追加されている。図 9 は，Excel ソルバーを実行した結果である。

研修会では，上記のような参加者が作成した問題以外に，グルーピングの問題，アルバイトの配置問題，積み替えを行う中継基地がある輸送計画問題，従業員のシフトパターン決定問題等，著者の用意した問題も扱った。

4．ま と め

2 日目の研修会終了後に行ったアンケートの回答結果（の一部）を表 1 に示す。問 1 で「期待通りに得られた」と回答した理由には，“Excel ソルバー機能の使い方を分かりやすく学ぶことができた”，“Excel ソルバーを用いてどういった課題を解決できるかが理解できた”といったことが挙げられていた。「ある程度得られた」と回答した理由には，“Excel ソルバーの基本的な使い方から，問題の解き方までの考え方を得ることができた”，“Excel のソルバー機能を学べたことは良かったと思う。少しイメージしていた内容とは違ったが，応用して活用できればと思う”といったことが挙げられていた。問 1 の回答結果より，“Excel ソルバーの使い方を学ぶ”という「研修のねらい」の 1 つを果たすことができたと言える。その一方で，研修会で扱

容量（GB）	基本料金（円）	契約回線数
0.5	700	68
3	900	72
6	1580	0
10	2520	0
20	3980	0
30	5900	0

必要なデータ容量（GB）	250
データ容量	250

必要契約回線数（回線）	140
「契約回線数」の合計	140

「基本料金」の合計	112400

図 9　問題 3 に対する表モデル

う問題の決定・選択に関しては，その難しさを感じた。参加者の中には，“解きたい問題が既にあり，その解法を教えてほしい”という参加者もいるかもしれない。さまざまな問題に活用できそうだと感知する能力が高められるように，扱う問題を工夫する必要がある。

問 2 の回答結果より，問題状況を表形式に整理する作業を繰り返すことにより，最適化問題に取り組むうえで重要な「決定変数,「目的関数」,「制約条件」を意識させることができるようになったと言える。問 3 の回答結果では，約半数が「あまりあてはまらない」と回答している[6]。問 2 の“問題状況を整理すること”は，最適化問題を解くことそのものである。問 3 の回答結果は，“新たに最適化問題として捉えなければならない問題が増えていくことは考えにくい”という回答だと考えられる。この点に関しては，回答者の日常の業務にもよると考えられる。より正確な分析を行うためには，アンケートの中で日常の業務に関する情報収集を行う必要があった。

上記のアンケートの回答結果以外にも，研修会では，“「利益は最大化，工賃は最小化」というように，目的関数が 2 つある場合，Excel ソルバーはどのように適用できるのか？”という質問が出た[7]。問題状況を表形式に整理することに重点を置いた研修会を通じて，さまざまな問題解決への取り組みを促すことができたと評価できる。

研修会を通じて，参加者はテキストの問題だけでなく，身のまわりの問題を含めた自身が作成した問題の解決にも取り組むことができるようになった。参加者は，解決すべき問題を明らかにしたうえで，試行錯誤を繰り返しながら問題状況を表モデルとして整理することができた。このことは，さまざまな問題を通じて問題状況を表形式に整理することを研修会の中で意識させ練習させたことの成果といえる。

表 1　アンケート回答結果

問 1．全体を通して期待した結果が得られましたか？

選択肢	人数
期待以上に得られた	0
期待通りに得られた	5
ある程度得られた	5
得られなかった	0

問 2．今回の研修を通じて，“問題状況をきちんと整理すること”の重要性を意識するようになりましたか？

選択肢	人数
よくあてはまる	5
だいたい／まあ　あてはまる	4
あまりあてはまらない	1
まったくあてはまらない	0

問 3．今回の研修を通じて，自分たちの職場で「最適化の問題」として捉えなければならないと考える場面は増えそうですか？

選択肢	人数
よくあてはまる	1
だいたい／まあ　あてはまる	4
あまりあてはまらない	6
まったくあてはまらない	0

注

1) Excel は Microsoft 社の登録商標である。
2)「生産計画問題」は「生産量」に整数条件を設定する必要があるが，感度レポート等の紹介を理由に，研修会では整数条件を設定せずに解くこととした。
3)「総利益」,「利用量」を表す各セルには，それを算出する数式を入力する必要がある。
4) 問題を理解する段階においては「採択／非採択」を「○／×」で表していたが，表計算ソフトである Excel では数値の方が扱いやすいという理由から，表モデルに整理する段階から「採択／非採択」を「 1 ／ 0 」で表すこととした。
5) 説明の都合上，学生が作成した問題の状況を少し変更している。
6)「よくあてはまる」と「だいたい／まあ　あてはまる」の両方を選択している回答者が 1 名いたため，回答者数が 11 名となっている。
7) 例えば，前述の生産計画問題を“「総工賃」を最小化,「アルミ塊残量の合計」を最小化”したい場合,「総工賃」と「アルミ塊残量の合計」から合成関数を作成し，これを目的関数として解くことができる（図 10 参照)。

	製品A	製品B	製品C	製品D	投入量	最大投入可能量	アルミ塊残量
アルミ塊α	25	19	8	1	336	500	164
アルミ塊β	18	10	3	1	209	500	291
アルミ塊Δ	1	4	8	10	99	100	1
工賃／個（千円）	100	200	80	5		総工賃（千円）	「アルミ塊残量」の合計
必要生産数量	7	7	3	3		2360	456
生産量	7	7	3	4		合成関数	2816

図 10 「生産計画問題」の表モデル③

参考文献

［1］ Beliën, J., Goossens, D., Van Reeth, D. and De Boeck, L. (2011) “Using mixed-integer programming to win a cycling game”, *INFORMS Transactions on Education*, Vol.11, No.3, pp.93–99

［2］ English, R. (1993) “Introducing spreadsheets in mathematics”, *Mathematics in School*, Vol.22, No.5, pp.38–40

［3］ Lilien, G.L., Van Bruggen, G.H., Starke, K. (2004) “DSS Effectiveness in Marketing Resource Allocation Decision: Reality vs. Perception,” *Information System Research*, Vol.15, No.3, pp.216–235

［4］ 上田雅幸 (2017)「表定義を活用する解析的問題解決の教育方法の研究」『北海学園大学経営学部経営論集』Vol.15, No.1, pp.11–22