

年間スケジュールを考慮した プロジェクト人員配置問題

東京理科大学工学部第二部経営工学科
沼田研究室
5306073 吉田 恒

発表構成

1. はじめに
2. A社の現状
3. 問題点
4. 目的
5. 定式化
6. 求解実験
7. まとめ
8. 参考文献



1.1 背景

現代では、企業・個人が様々なITサービスを利用しており、ITサービスは不可欠な存在となっている。

A社では、インフラ構築を専門に請け負っている。

* 依頼を受けたインフラ構築毎に、一つのプロジェクトとする。

1.2 背景

A社ではインフラ構築の依頼を受け、依頼に必要な技術能力を持ったSEをプロジェクトに割当て業務を行っている。

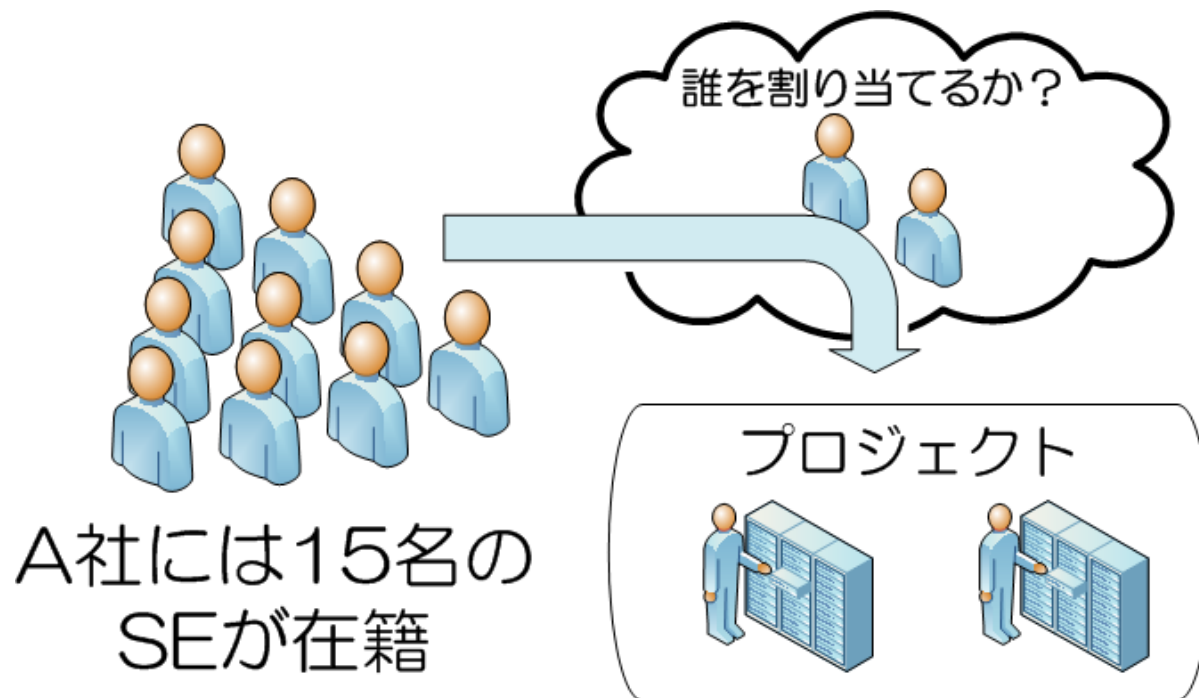


図1 SEの割り当て

2.1 A社の現状

2009年度の売上は1億2百万円であった。

利益がマイナスとなるプロジェクトは請けてはいない。

割り当てが無い(手空き)SEが発生した場合、
そのSEの人件費がマイナスとなる。

手空きSEが発生した場合、利益の減少を抑える為には
マイナスとなるプロジェクトでも請ける事がある。



図2 利益

2.2 作業の分類

設計 要求される技術能力が一番高く、知識・経験が豊富な技術者でしか出来ない。

構築 設計が完了しているので、要求される技術能力は設計ほど高くない。

ドキュメント作成 設計・構築の資料を作成し報告する為の文書作成となり、設計書、構築時の作業記録から内容を理解できる程度の技術能力である。

2.3 SEの技術能力

- RankA 技術能力は一番高く、設計から従事でき作業全般を受け持つ。
- RankB 技術能力はRankAより劣るが、構築段階(設計済み)から従事でき、簡単な設計までは出来る。
- RankC 技術能力は一番低く、RankA、Bからの指示を受ける事で構築は可能であり、単独ではドキュメント作成までとなっている。

2.4 年間スケジュール

例年の実績から依頼されるプロジェクトの規模、売上、期間、必要なSEのRankは予測する事が可能である。

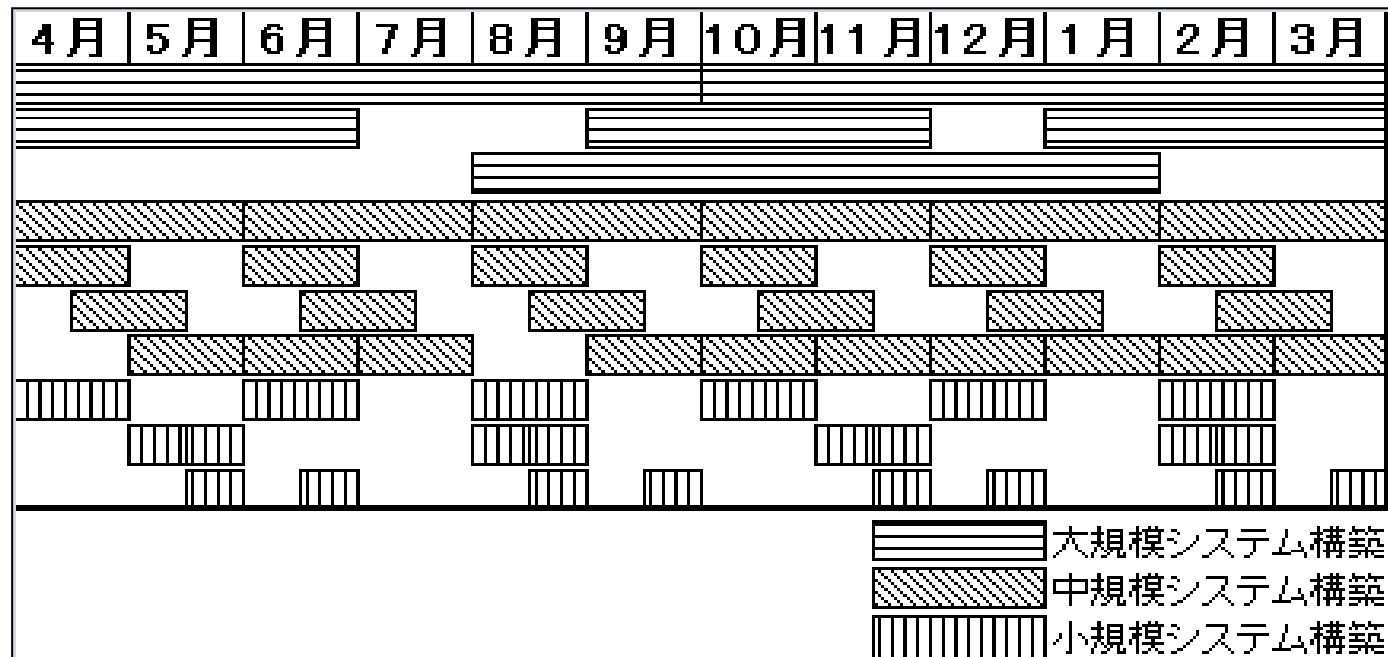


図3 年間スケジュール

2.5 チーム構成

A社には $\left[\begin{array}{l} \text{RankA} \quad 6\text{名} \\ \text{RankB} \quad 4\text{名} \\ \text{RankC} \quad 5\text{名} \end{array} \right]$ のSEが所属している。

チームは9通りの組み合わせがある。

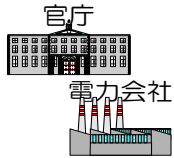
表1 チームの組み合わせ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
チーム	RankA	RankB	RankC	RankA+A	RankA+B	RankA+C	RankB+B	RankB+C	RankC+C
構成	RankA	RankB	RankC	RankA RankA	RankA RankB	RankA RankC	RankB RankB	RankB RankC	RankC RankC



図4 プロジェクトの割り当て

2.6 インフラ構築の分類



大規模システム構築

官庁関係や通信キャリア
電力会社など



中規模システム構築

上場企業顧客向けシステム
社内システムなど



小規模システム構築

中小企業向けの社内システム
ドキュメント作成など

2.7 プロジェクト(1)

- プロジェクトには最小人数が決まっており、
1名ないし2名のチームを割り当てる。
- プロジェクト期間は半月単位で、24期間に区分けされる。
(0~23)
- 構築は最大でも6ヶ月以内の期間で完了する。

2.8 プロジェクトの作業期間

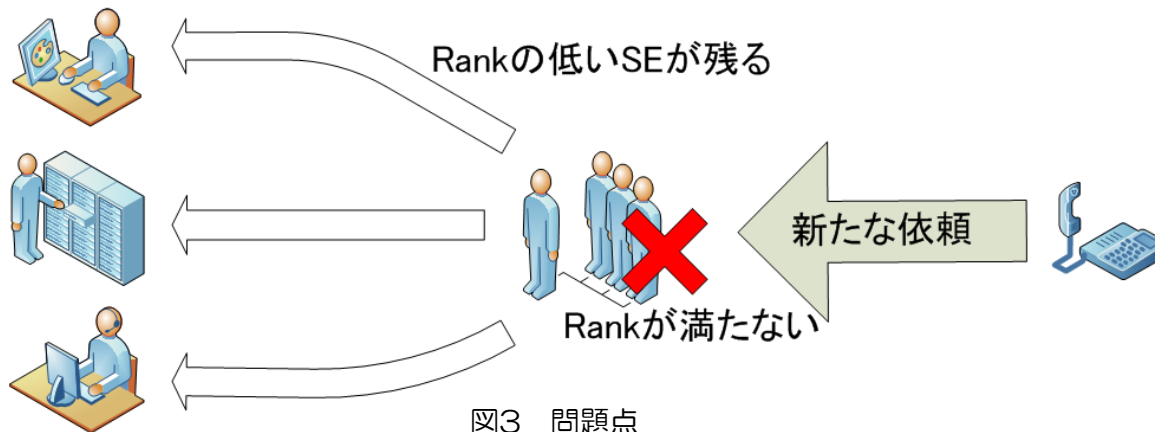
作業期間は決まっているが、割り当てるチームにより
期間は短縮する事が可能。

表2 プロジェクトの必要期間

構築規模	最低 人員	納期 期間	チームによる作業時間 *半月を1とする								
			A	B	C	A+A	A+B	A+C	B+B	B+C	C+C
大規模システムの構築	2名	6ヶ月	∞	∞	∞	8	8	11	12	∞	∞
大規模システムの構築	2名	5ヶ月	∞	∞	∞	7	8	10	9	10	∞
大規模システムの構築	2名	5ヶ月	∞	∞	∞	5	6	10	∞	∞	∞
大規模システムの構築	1名	4ヶ月半	∞	∞	∞	6	7	9	8	∞	∞
中規模システムの構築	1名	6ヶ月	∞	∞	∞	9	10	11	11	12	∞
中規模システムの構築	1名	5ヶ月	8	10	∞	6	8	10	8	9	10
中規模システムの構築	1名	4ヶ月	∞	∞	∞	5	6	7	7	8	∞
中規模システムの構築	2名	5ヶ月	7	9	∞	5	6	9	7	9	∞
中規模システムの構築	2名	3ヶ月半	6	7	∞	4	5	6	5	7	∞
中規模システムの構築	1名	2ヶ月	3	4	∞	2	3	4	3	4	∞
中規模システムの構築	1名	1ヶ月半	2	3	∞	1	2	3	2	3	∞
小規模システムの構築	1名	3ヶ月	4	5	∞	3	4	5	4	5	6
小規模システムの構築	1名	1ヶ月	1	1	2	1	1	1	1	1	2
ドキュメント作成	1名	半月	1	1	1	1	1	1	1	1	1

3.1 問題点

能力が高いSEから割り当てる



依頼を全て請ける事が出来れば売上は増加するが、
依頼に必要なRankのSEには限りがあり、
全てのプロジェクトにSEを割り当てる事が出来ない。

4.1 本研究の目的

本研究では最大の売上を得るために、
年間スケジュールを考慮し、限られたSEをより多くの
プロジェクトへ割り当てるモデルを考察する。

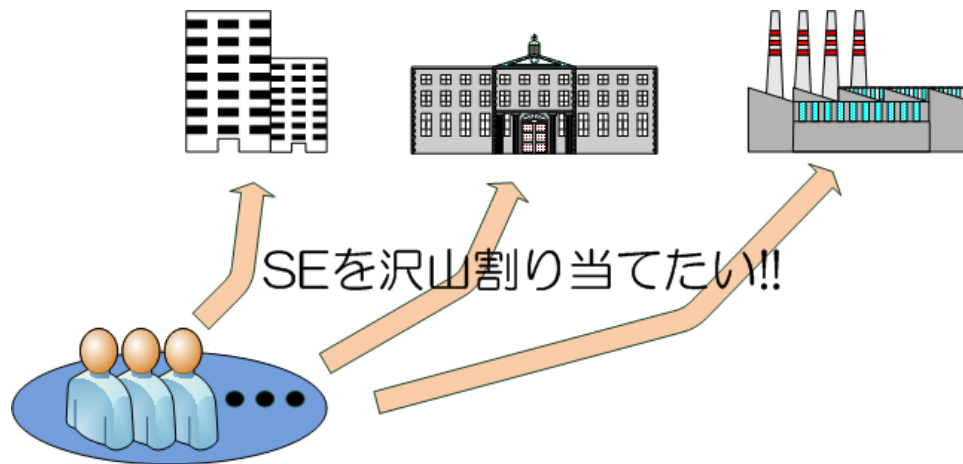


図4 SEの割り当て2

5.1 記号・変数の定義

プロジェクト $i(i \cdots n)$ をチーム j で行った時の売上 r_{ij}

プロジェクトの開始時期 b_i

プロジェクトを行うSEチーム構成 $j(j = 1 \cdots 9)$

プロジェクト i をチーム j で行った時の所要時間 d_{ij}

チーム j ではプロジェクトが達成出来ない時 ∞



5.2 記号・変数の定義

RankAのSEは α 人、RankBのSEは β 人、
RankCのSEは γ 人がA社に所属

チーム j が必要とするRankAのSEの人数 a_j

チーム j が必要とするRankBのSEの人数 b_j

チーム j が必要とするRankCのSEの人数 c_j

表3 チームのSE人数

チーム SE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a_j	1	0	0	2	1	1	0	0	0
b_j	0	1	0	0	1	0	2	1	0
c_j	0	0	1	0	0	1	0	1	2

5.3 記号・変数の定義

プロジェクトに割り当てられず、手空きとなったSEに
発生する人件費

$$w_1(\text{RankA}), w_2(\text{RankB}), w_3(\text{RankC})$$

5.4 決定変数

$$x_{ij} = \begin{cases} 1: \text{プロジェクト } i \text{ をチーム } j \text{ で行う} \\ 0: \text{プロジェクト } i \text{ をチーム } j \text{ で行わない} \end{cases}$$

RankA,B,CのSEが τ 期において、
手空き人数を $S_{1\tau}, S_{2\tau}, S_{3\tau}$ で表す。

5.5 目的関数

$$\text{maximize } \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^9 r_{ij} x_{ij} - w_1 \sum_{\tau=0}^{23} S_{1\tau} - w_2 \sum_{\tau=0}^{23} S_{2\tau} - w_3 \sum_{\tau=0}^{23} S_{3\tau}$$

プロジェクトを請けて得た売上の総和からプロジェクトに参加しなかった各手空きSEの人件費を差し引き、売上を最大にする

5.6 制約条件

$$\sum_{\left(\begin{array}{l} i \\ \tau \in [b_i, b_i + d_{ij} - 1] \\ r_{ij} < \infty \end{array} \right)} \sum_j a_j x_{ij} + S_{1\tau} = \alpha \quad (\tau = 0, \dots, 23)$$

$$\sum_{\left(\begin{array}{l} i \\ \tau \in [b_i, b_i + d_{ij} - 1] \\ r_{ij} < \infty \end{array} \right)} \sum_j b_j x_{ij} + S_{2\tau} = \beta \quad (\tau = 0, \dots, 23)$$

$$\sum_{\left(\begin{array}{l} i \\ \tau \in [b_i, b_i + d_{ij} - 1] \\ r_{ij} < \infty \end{array} \right)} \sum_j c_j x_{ij} + S_{1\tau} = \gamma \quad (\tau = 0, \dots, 23)$$



5.7 制約条件

$$\sum_{j=1}^9 x_{ij} \leq 1 (i = 1 \cdots N)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad \left(\begin{array}{l} i = 1 \cdots N \\ j = 1 \cdots 9 \end{array} \right)$$

$$S_{1\tau}, S_{2\tau}, S_{3\tau} \in \{0, 1, \cdots, 15\}$$



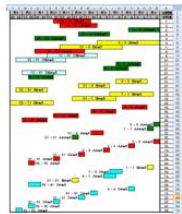
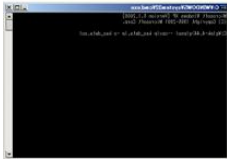
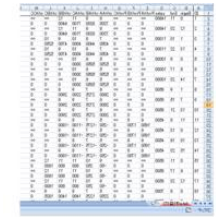
6.1 求解実験

定式化したモデルをソルバーGLPKで、手空きのSEを考慮しない場合と考慮した場合で最適解を求めた。

表4 求解実験

実験①	プロジェクト55件	手空きSEを考慮しない
		手空きSEを考慮する
実験②	プロジェクト111件	手空きSEを考慮しない
		手空きSEを考慮する

6.2 実験手順



- ① Excelよりテキストデータ作成
- ② Delphiにより①のテキストデータと先に述べた定式化したモデルでシンプレックス形式のモデルファイルを作成
- ③ ソルバーGLPKにて最適解を求める
- ④ 結果をExcelによりグラフ化

6.2 実験結果

実験の結果、全てにおいて売上は増額となった。

表5 実験結果

	手空きSE	受託数	売上 (単位：千円)	増額率	平均稼働率
実験①	考慮しない	45件	¥113,500	11%	62%
	考慮する	52件	¥127,400	25%	84%
実験②	考慮しない	39件	¥178,550	75%	94%
	考慮する	41件	¥186,950	83%	97%

*稼働率は割り当てられたSEを在籍SEで割り、その平均を平均稼働率とした。

7.1 まとめ

本研究では予測された年間スケジュールを基にSEを割り当て、利益を最大にするモデルを考察した。
実験の結果により、これまでのプロジェクト毎にSEを順次割り当ててるのではなく、予測に基づきSEを割り当てる事で、売上を増加させる事が分かった。予測が正確であれば常に売上及びSEの平均稼働率を最大にする事が可能である。

7.2 今後の課題

実績では、稼働率は100%となっている。
しかし、今回の実験では稼働率が100%になる事はなかった。

実験では、1年間のスケジュールで検討した為、開始と終了間際に手空きSEが出ている事が原因と思われる。

表6 SE稼働率

SE稼働率		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		1月		2月		3月		平均稼働率			
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				
実験①	考慮しない	RankA	83%	67%	50%	83%	100%	83%	67%	50%	100%	67%	83%	67%	100%	100%	67%	100%	100%	83%	100%	100%	67%	17%	0%	0%	62%		
		RankB	25%	75%	75%	75%	75%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	100%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	75%	25%			
		RankC	0%	0%	0%	0%	20%	0%	20%	40%	20%	0%	40%	20%	40%	20%	20%	60%	80%	60%	40%	60%	80%	40%	40%	0%			
	考慮する	RankA	83%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	67%	83%		33%	84%
		RankB	50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	75%		50%	
		RankC	60%	80%	80%	80%	100%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	80%		60%	
実験②	考慮しない	RankA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	67%	67%	100%	100%	67%	83%	100%	83%	100%	100%	100%	100%	100%	83%	83%	33%	17%	0%	94%		
		RankB	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	75%	100%	100%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%			
		RankC	20%	80%	80%	60%	80%	60%	80%	60%	80%	40%	40%	0%	40%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	40%			
	考慮する	RankA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	33%		97%	
		RankB	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	75%			
		RankC	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	80%	100%	40%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	60%			

7.3 今後の課題

今後は、問題を拡張し複数年に渡るスケジュールを考慮し、期を跨いで割り当てるモデルを考察する必要があるが、これは今後の課題である。

8. 参考文献

[1] 経済産業省.

平成21年情報処理実態調査結果報告書.

[2] GLPKスーパー簡易マニュアル.

<http://www2.ipcku.kansai-u.ac.jp/~masaara/Lab/doc/easymanual.pdf>.

(最終閲覧日: 2010年12月24日.)

[3] 佐藤 親一. オーム社開発局

“VBユーザーのためのDelphi6プログラミング.”

訂正

抄録に誤りがありましたので、修正致します。

5.1 記号・変数の定義

誤: プロジェクト $i(i \cdots n)$ を行った時の売上 r_i

正: プロジェクト $i(i \cdots n)$ をチーム j で行った時の売上 r_{ij}



ご静聴ありがとうございました。

