プロジェクト見積業務の動的スケジューリング問題

2015年9月27日

石井信明

文教大学

Copyright (C) 2015 Nobuaki Ishii All Rights Reserved.

本日の内容

1. 背景
2. プロジェクト見積業務とモデル化
3. ヒューリスティックス手法
4. シミュレーション実験と結果
5. まとめ

背景　プロジェクトと見積り

① プロジェクトは，限られた期間に独自の成果物を創造する業務

② プロジェクトには反復的要素が少なく、常に新たな要素が加わる

③ 見積りでは、限られたデータと情報から不確実性を含んだプロジェクトの進行を予測し、期間と費用を算出

④ 高度な知識と経験が求められる業務

背景　　見積りを受注企業からみると

① 適正な受注量と利益を確保するための重要な業務

② 精度の悪い見積りは赤字受注につながるだけでなく、赤字プロジェクトの遂行に経営資源を取られるために、その影響が長期に及ぶ

③ 赤字プロジェクトは受注企業だけではなく、発注企業に対して、追加費用の発生、あるいは納期遅延などの影響が及ぶ

見積精度の向上は、いずれの視点からも、プロジェクトの成功に欠くことが出来ない

背景　見積精度をあげるには

①見積精度の向上には多くのデータ，情報が必要

②代表的な見積手法：

キャパシティスライド法，ファクター法、積み上げ積算など

➔見積りに精度を求めるほど詳細な情報を要し、それらの収集・整理に時間と工数（Man-Hour: MH）が必要

③高精度の見積りには経験豊富な人材が必要　➔　投入できる工数は限られる

背景　　これまでの研究

①プロジェクトの受注と遂行に関連し，見積精度と期待利益、受注選択、供給能力などの観点から多くの研究が行われている

②複数の見積り案件を扱う、「見積業務」に焦点を当てた研究は限定的

③見積プロセス、見積精度、期待利益の関係を考慮した複数の見積案件への見積工数配分と受注選択など、「見積業務」に関する研究成果が待たれる.

本日の発表

①確率分布に基づき到着する見積案件の選定と案件への見積工数配分を動的スケジューリング問題と考え、期待利益最大化を目的とし、ヒューリスティックスによる解法の可能性を示す

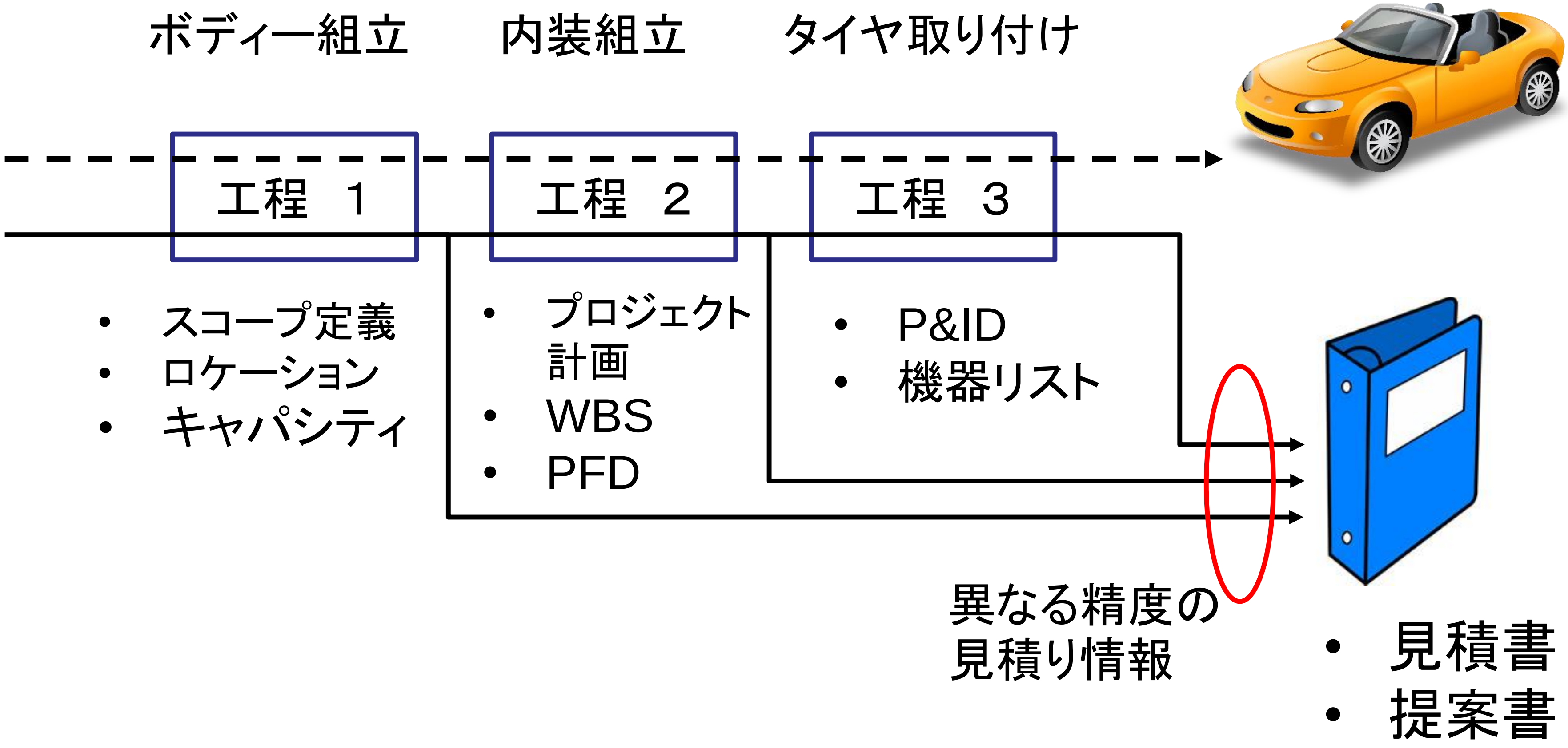
②提案手法の有効性を、数値計算例により示す

プロジェクト見積業務
と
モデル化

プロジェクト見積業務の特徴

①通常のスケジューリング問題
- 成果物は決まっている　➔　途中の段階はない

②プロジェクト見積業務
- 入札期限を納期とする業務
- 成果物への要求品質を、見積り案件ごとに決定可能
- 出来るところまでで見積り終了とし、入札に臨むことが可能
- 品質の高い見積り　➔　必要な工数を投入
- 工数に余裕が無い場合　➔　ほどほどの見積り
- ただし、ほどほどの見積りでは見積精度が低く，受注をしても期待利益は大きくなく、赤字プロジェクト受注の可能性が高まる


ボディー組立
内装組立
タイヤ取り付け
工程　１
工程　２
工程　３
スコープ定義
ロケーション
キャパシティ
プロジェクト計画
WBS
PFD
P&ID
機器リスト
異なる精度の見積り情報
見積書
提案書

プロジェクト見積業務の特徴

	プロジェクト見積業務	生産スケジューリング
目標	受注額 期待利益最大	コスト最小 プロセス時間最小 納期遵守
制約	見積工数	工程，資源，納期
案件(オーダー)選定	選定可能	選定出来ない
成果物品質	投入する見積工数により見積精度と期待利益が変化	予め決まっている

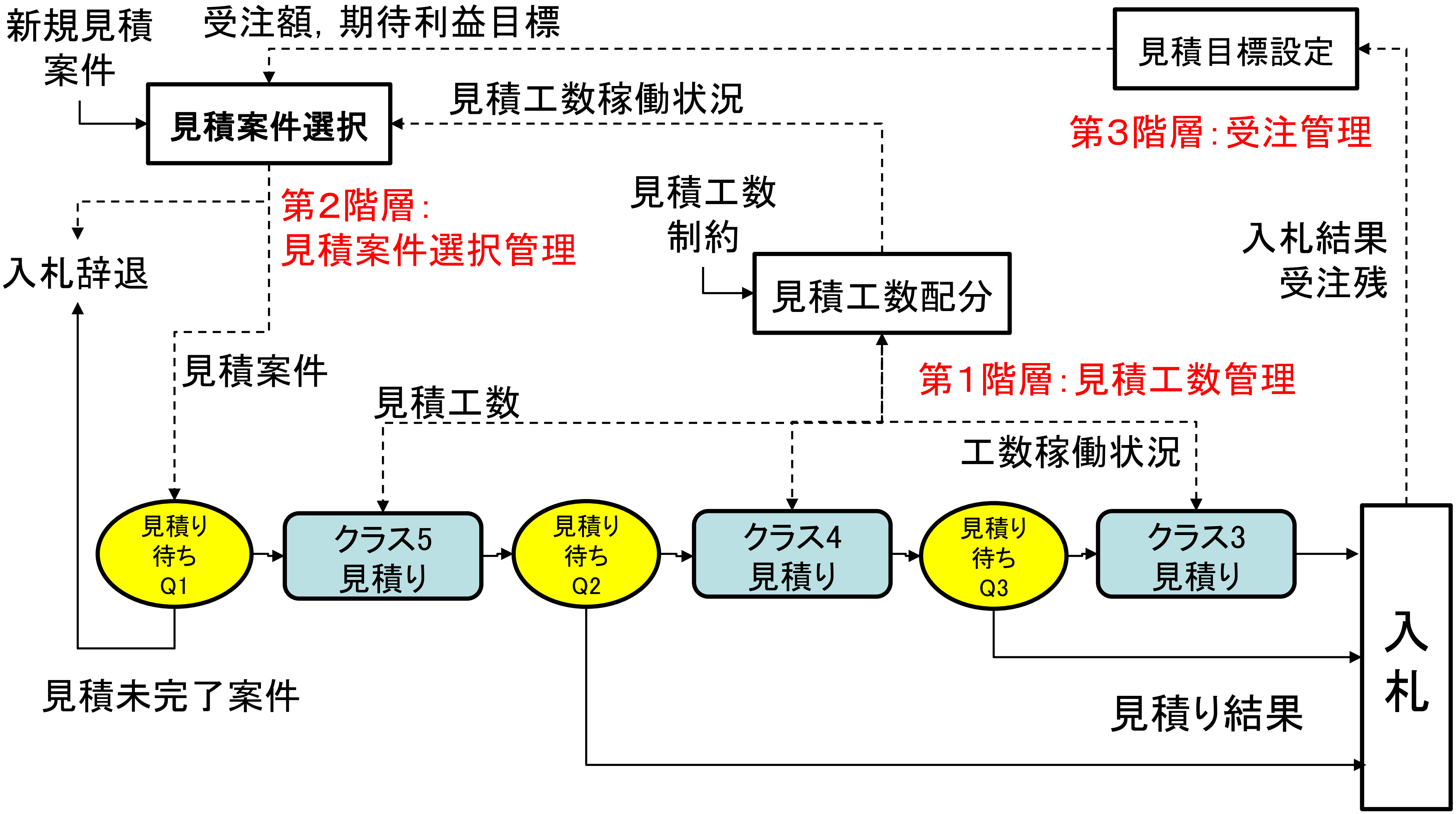
プロジェクト見積業務モデル

① AACE International の見積り分類を参考に、見積り分類をクラス5～3の3段階クラスに設定

➔クラス5、4、3の順に精度が高くなる.

② 見積業務を、「見積工数管理」、「見積案件選択管理」、「受注管理」の3階層で管理

見積業務モデル



新規見積
案件
受注額，期待利益目標
見積目標設定
見積案件選択
見積工数稼働状況
第3階層：受注管理
第2階層：
見積案件選択管理
見積工数
制約
入札辞退
入札結果
受注残
見積工数配分
見積案件
第1階層：見積工数管理
見積工数
工数稼働状況
見積り
待ち
Q1
クラス5
見積り
見積り
待ち
Q2
クラス4
見積り
見積り
待ち
Q3
クラス3
見積り
入
札
見積未完了案件
見積り結果

見積業務モデル　管理階層

① 第１階層（見積工数管理）：予め設定した工数制約の範囲内で、見積り待ちの案件に各クラスの見積りに必要な工数を配分。工数が配分された最終の見積クラスにより、案件からの期待利益が定まる。

② 第2階層（見積案件選択管理）：到着する見積案件について、見積工数稼働状況、受注額から、見積りか、辞退かを判断

③ 第3階層（受注管理）：入札結果，受注残から、受注額目標、期待利益目標を逐次設定

ヒューリスティックス手法

見積工数配分と見積案件選択に関する簡易なヒューリスティック手法

目的:　見積案件の総期待利益最大化

前提条件

・見積案件は確率分布に従い到着する

・各見積案件の期待利益、見積工数、見積期間は、予め見積クラス別に決まっている

・見積案件の受注確率が予め設定される

ヒューリスティックス手法

見積案件選択

Step 1： 到着した新規見積案件 i に投入する延べ見積工数（MM: Man-Month; 人月）当たりの期待利益として，見積工数期待利益[¥/MM] $EPPC_i$を求める

$$EPPC_i = EP_i \div EC_i$$

見積案件iの延べ見積工数（EC_i）

見積案件iの見積工数期待利益（$EPPC_i$）

見積案件iの期待利益（EP_i）

ヒューリスティックス手法

Step 2：　見積り、見積り辞退の判断

見積案件　i　到着時

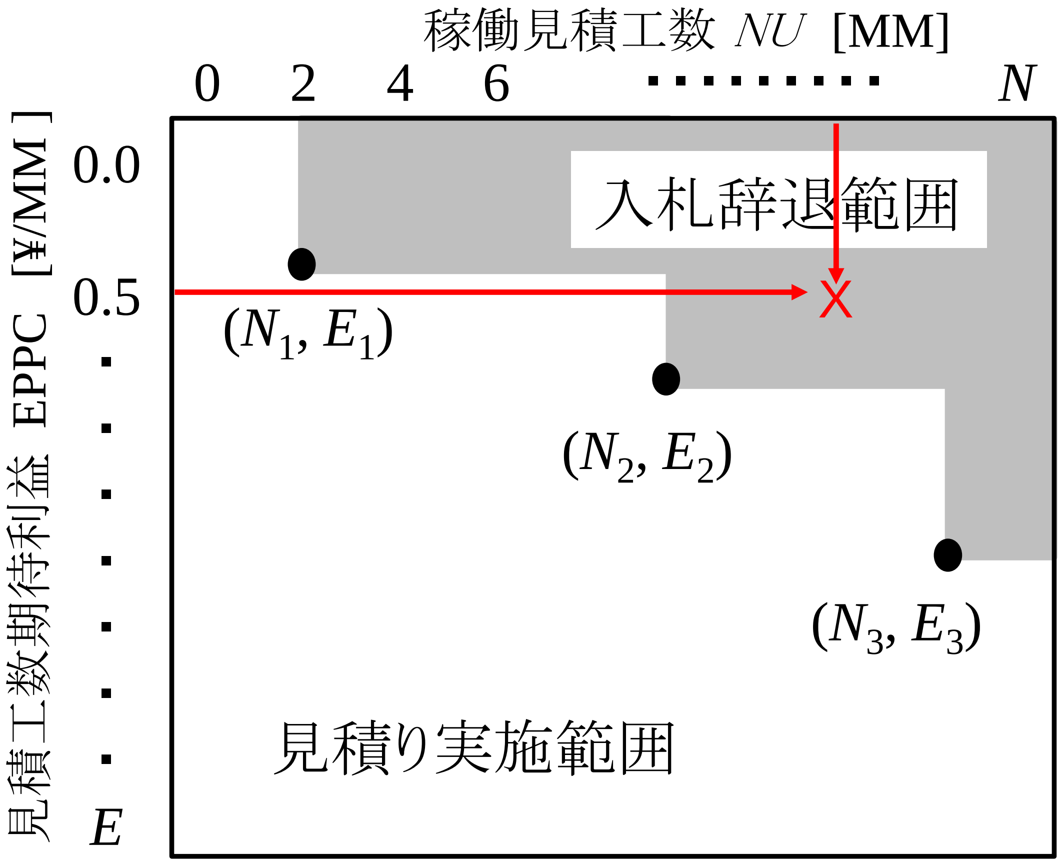
稼働中見積工数NU＜＝見積工数稼働上限NU_{up}（$EPPC_i$）
➔　見積り実施

稼働中見積工数NU＞見積工数稼働上限Nu_{up}
➔　入札を辞退

見積工数の適度な稼働と新規見積案件数をバランスさせ、見積案件からの期待利益最大化を実現する

ヒューリスティックス手法

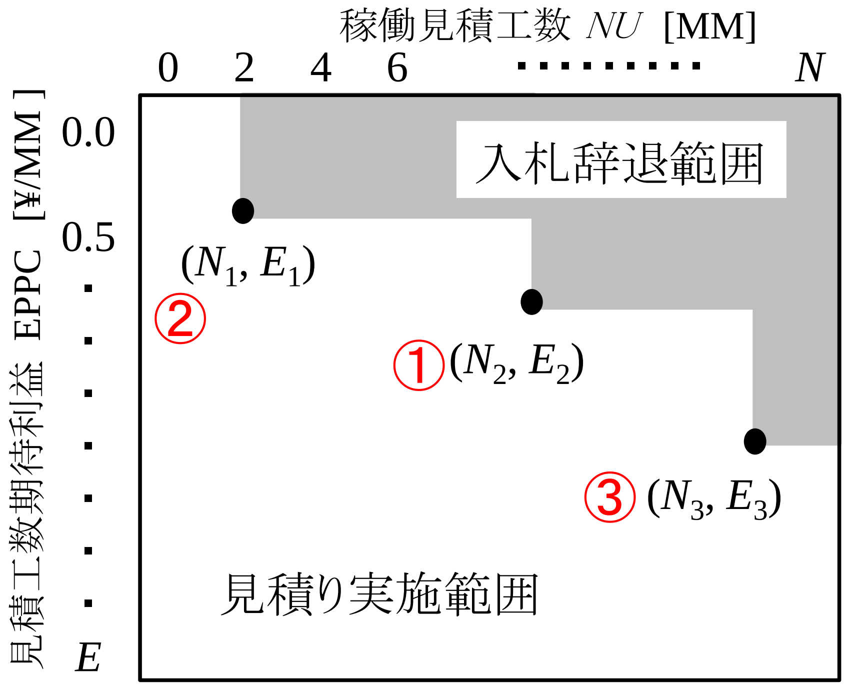
見積り実施と入札辞退の領域



ヒューリスティクス手法

① 探索する点を3点とし，見積業務モデルを用いたシミュレーション実験により，見積案件からの期待利益の平均値が最大となるNU_{up}（$EPPC_i$）を試行錯誤的に探索

② 探索では，（N_2, E_2），（N_3, E_3），（N_1, E_1），の順に期待利益の平均値が最大となる点を求め，徐々に，入札辞退範囲を拡大



ヒューリスティクス手法

見積工数配分

見積り終了により見積工数が解放された場合に、見積り待ちの案件Q1, Q2, Q3の中から、見積工数期待利益 *EPPC* の最も大きな案件に優先的に見積工数を配分

シミュレーション実験と結果

シミュレーション条件

①保有見積工数(MM)： 160(MM/期間)

②シミュレーション期間： 1200 期間(100年)

③評価関数： 12期間の平均期待利益 （億円）

④見積り方針

- 成り行き： 全ての案件を見積る
- 見積案件選択：

  本発表のヒューリスティック手法を適用し、場合のより辞退

シミュレーションシナリオ　見積案件到着間隔

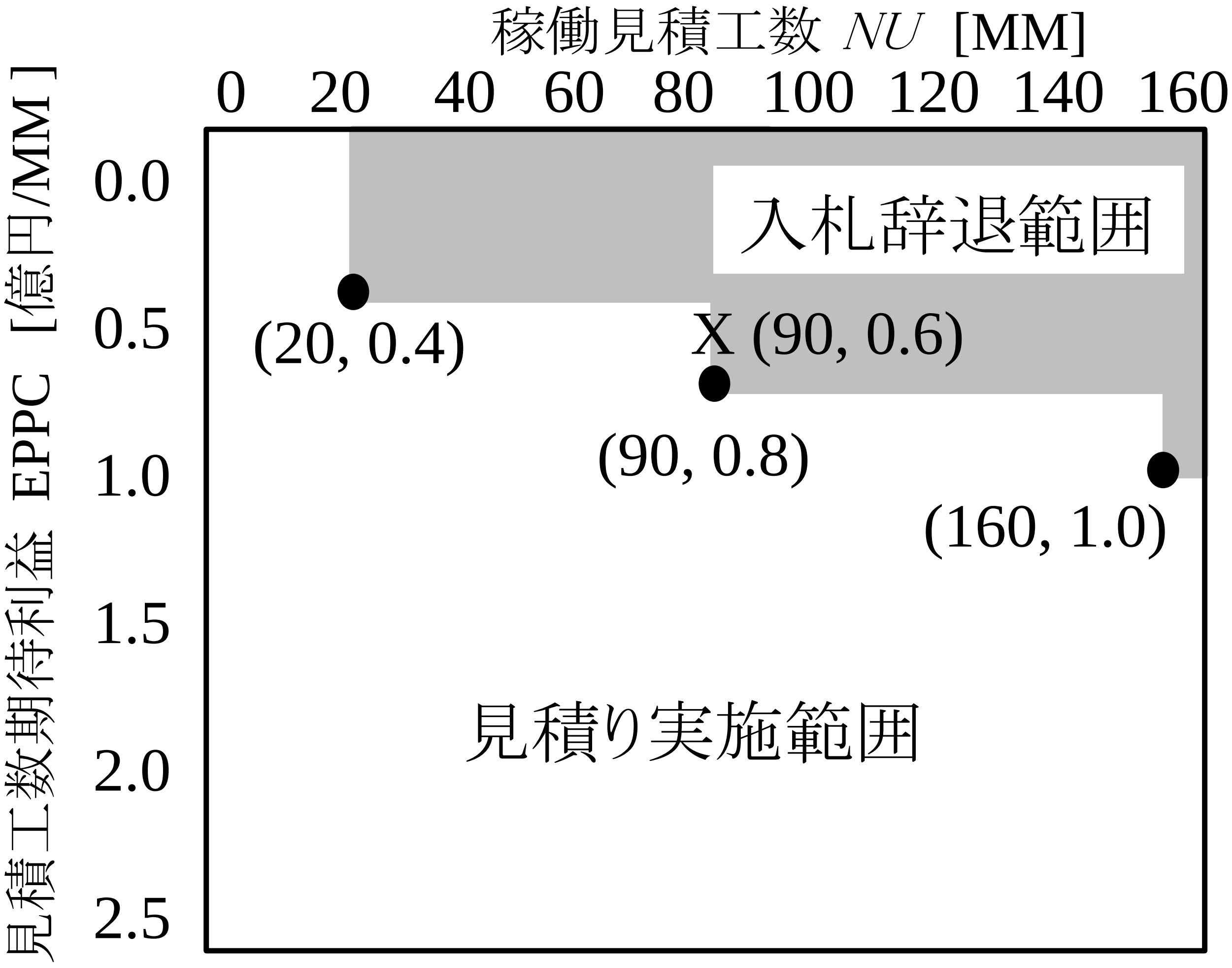
案件規模	A: 小規模	B: 中規模	C: 大規模
ケース 1	三角分布 最頻値:1.26期間 上下限値:　最頻値の±30%	三角分布 最頻値:2.46期間 上下限値:　最頻値の±30%	三角分布 最頻値:3.58期間 上下限値:　最頻値の±30%
ケース 2	三角分布 最頻値:0.972期間 上下限値:　最頻値の±30%	三角分布 最頻値:1.89期間 上下限値:　最頻値の±30%	三角分布 最頻値:2.754期間 上下限値:　最頻値の±30%
ケース 3	三角分布 最頻値:1.56期間 上下限値:　最頻値の±30%	三角分布 最頻値:3.02期間 上下限値:　最頻値の±30%	三角分布 最頻値:4.41期間 上下限値:　最頻値の±30%

見積り案件数:　ケース2＞ケース1＞ケース3

シミュレーションシナリオ　見積条件・受注確率

案件規模		A: 小規模案件	B: 中規模案件	C: 大規模案件
入札までの期間		8	8	8
見積クラス別 見積期間・見積工数（MM）	クラス　5 クラス　4 クラス　3	期間：1　MM：10 期間：2　MM：20 期間：3　MM：30	期間：1　MM：20 期間：2　MM：30 期間：3　MM：50	期間：1　MM：30 期間：2　MM：40 期間：3　MM：60
見積クラス別 期待利益・受注額 （億円）	クラス　5 クラス　4 クラス　3	0.5；　100 5；　105 20；　108	0.7；　200 7；　210 28；　216	1.5；　300 15；　315 60；　324
受注確率		三角分布 下限値：0.05 最頻値：0.2 上限値;0.9	三角分布 下限値：0.05 最頻値：0.3 上限値;0.9	三角分布 下限値：0.05 最頻値：0.4 上限値;0.9

入札辞退範囲 (ケース1)

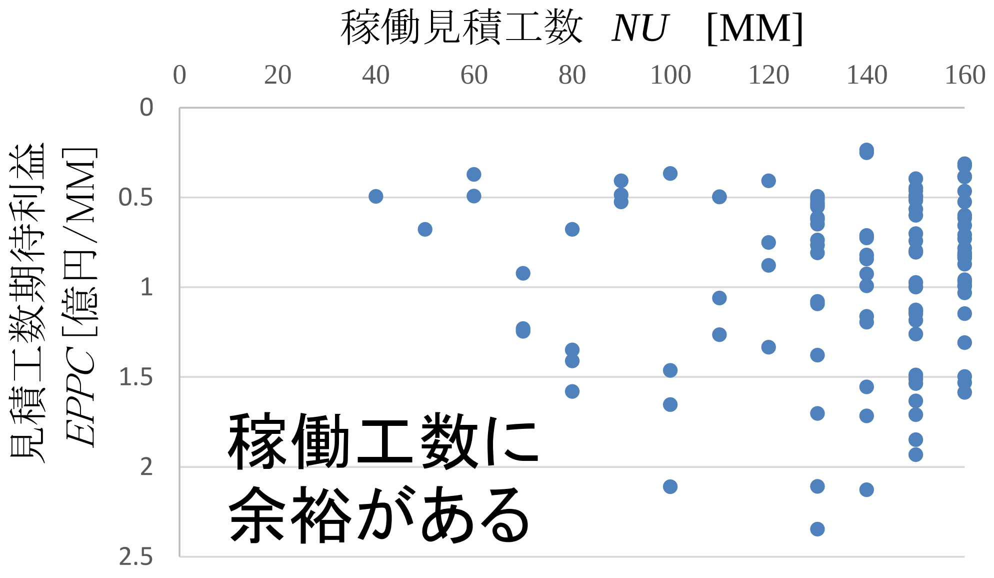

稼働見積工数 NU [MM]
0
20
40
60
80
100
120
140
160
見積工数期待利益 EPPC [億円/MM]
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
入札辞退範囲
(20, 0.4)
X (90, 0.6)
(90, 0.8)
(160, 1.0)
見積り実施範囲

見積工数使用状況

ケース1
成り行き

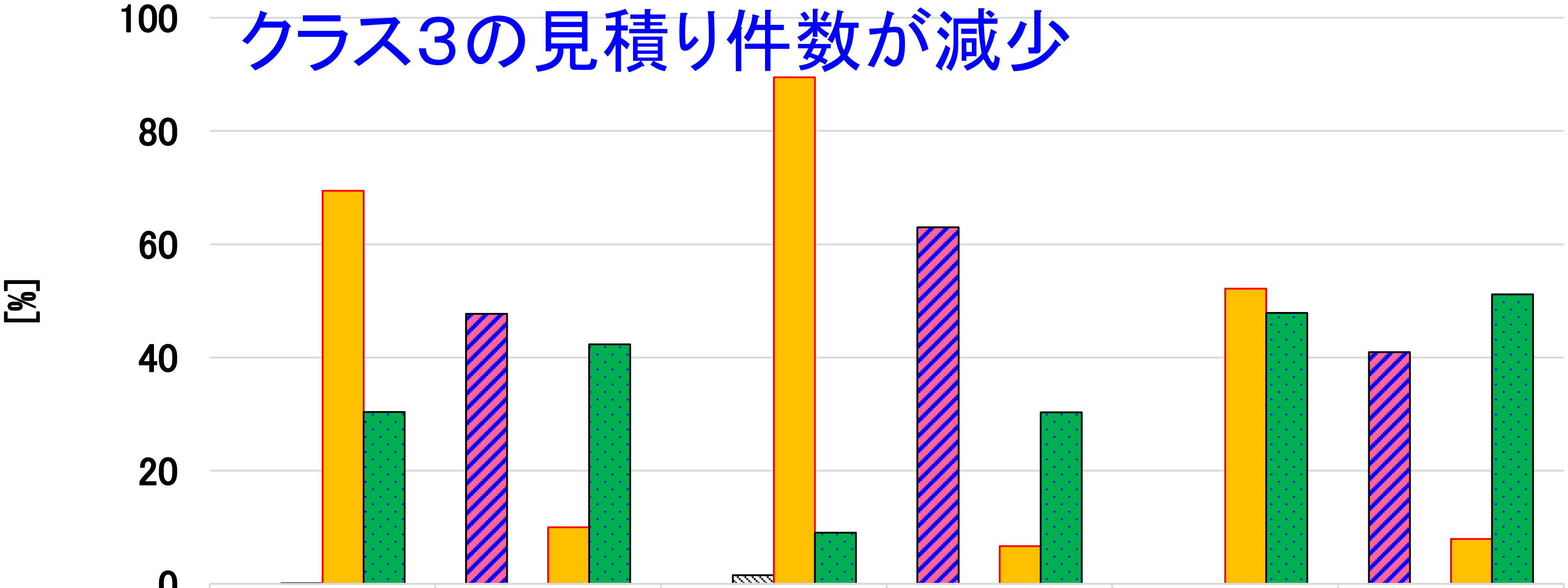
プロットは、見積り案件を表す

ケース1
見積案件選択



見積りのクラス別割合　各ケース

「成り行き」は、見積り案件到着が多いほど、
クラス3の見積り件数が減少

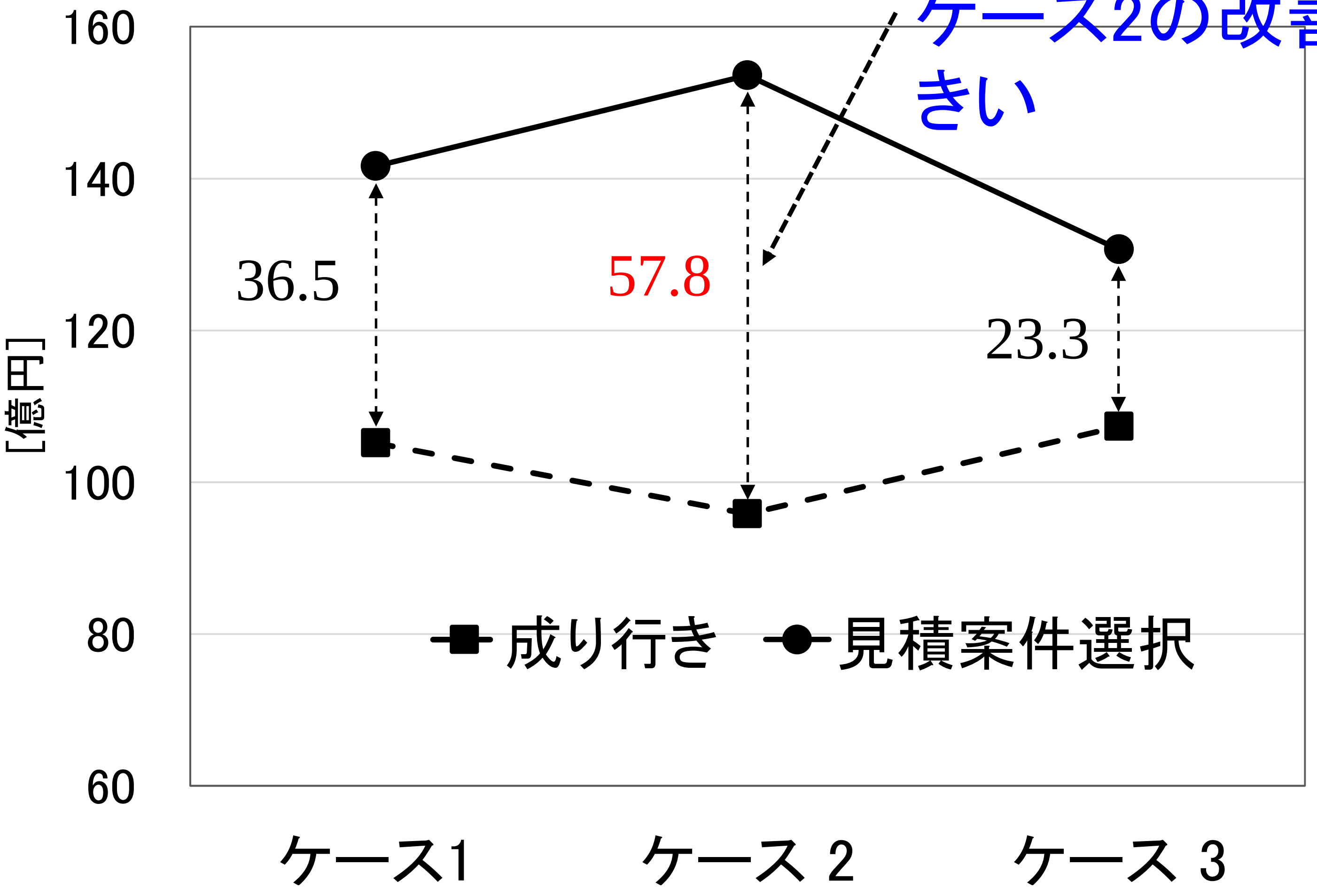


	ケース 1 成り行き	ケース 1 見積案件選択	ケース 2 成り行き	ケース 2 見積案件選択	ケース 3 成り行き	ケース 3 見積案件選択
入札辞退	0.0	47.7	0.0	63.0	0.0	40.9
クラス 5	0.1	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0
クラス 4	69.5	10.0	89.5	6.7	52.1	7.9
クラス 3	30.4	42.3	9.0	30.3	47.9	51.1

見積り案件数：　ケース2＞ケース1＞ケース3

シミュレーション結果　1期当たり平均期待利益

見積り案件数多いケース2の改善が大きい



見積り案件数　ケース2＞ケース1＞ケース3

まとめと今後の展開

① 見積業務について、業務モデルを示した
② 確率分布に基づき到着する見積案件の選定と見積工数配分を動的スケジューリング問題と考え、期待利益最大化を目的としたヒューリスティック手法を示した
③ シミュレーションによる数値計算により、提案手法による見積り業務スケジューリングへの適用可能性を示した
④ 今後の課題： 1．見積案件選択における入札辞退範囲の探索方法の精緻化 2．見積案件到着分布の変化への対応 3．見積作業実績を考慮した見積工数配分方法の高度化 5．今回触れていない受注管理（第3階層）の導入

① 納期の設定はあるが、成果物の最終の姿が一様でなく、工数と時間をかけることでより多くの成果が期待出来る問題は、営業・教育・メンテナンスなど、さまざまな分野に存在

② 見積業務に限らず、新たな管理技術としての研究の可能性を検討する必要がある.

ご静聴ありがとうございます