

製品開発エンジニアの仕事実態 ～日中韓比較～

徳丸 宜穂

名古屋工業大学

tokumaru.norio@nitech.ac.jp

報告の構成

1. はじめに
2. エンジニアの問題解決行動と開発成果
3. 作業時間内訳と開発成果の関係：実証分析
4. 考察と働き方改革への含意

1. はじめに

エンジニアの長時間労働とその問題

■1週間に51時間以上働いているエンジニアの割合

⇒ 日本27.2%, 中国10.5%, 米国6.8%, フランス1.9%, ドイツ0.9%

(同志社大学ITEC 「ソフトウェア技術者の5カ国比較調査」, 2016年)

■「時間に追われて納得できる仕事ができない」との, エンジニアによる回答

⇒ 組合員61.4%, 管理職59.7% (電機連合『調査時報』No. 374, 2008年)

■多忙さは能力開発にも負の影響 (同上)

⇒日本のエンジニアが依然として長時間労働で, それが問題含みであることを示唆

■エンジニアのこうした長時間労働は, 複雑な製品開発のやむを得ざる結果か?

■あるいは, 労働生産性を向上させて長時間労働を是正する手掛かりがあるか?

本報告の目的

- **エンジニア個人**の仕事実態に下り立ち，彼らの**時間の使い方**が開発成果にどのように影響しているのかを分析する
- そうすることにより，開発成果を低下させるという意味での**過剰な労働時間**が生じているのかどうか，また，どのように生じているのかを明らかにしたい
- あらかじめ結論を述べると，日本企業の強みでもある「**緊密なコミュニケーション**」は，**限度を超えると開発成果を低下させる**可能性があるということである

2. エンジニアの問題解決行動 と開発成果

アンケート調査の概要

■日中韓3か国で、製造業及びソフトウェア業で働く**エンジニア個人**を対象

⇒個人の**労働実態**に接近する**個人調査**であることに最大の特徴がある

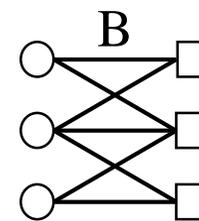
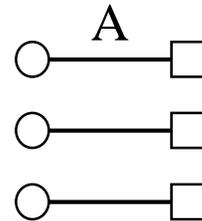
■1企業当たり2-5名の回答：異なる製品・システムを開発するエンジニア

■回答者数：日本216名，中国153名，韓国190名

製品アーキテクチャ

部品と実現された仕様との関係(%)

	どちらかと言えば Aに近い	どちらかと言えば Bに近い	無回答
日本	27.8	72.2	0.0
韓国	27.9	67.4	4.7
中国	41.8	58.2	0.0



部品(コンポーネント)と実現された
仕様との関係が単純

部品(コンポーネント)と実現された
仕様との関係が複雑

○:部品(コンポーネント) □:実現された仕様

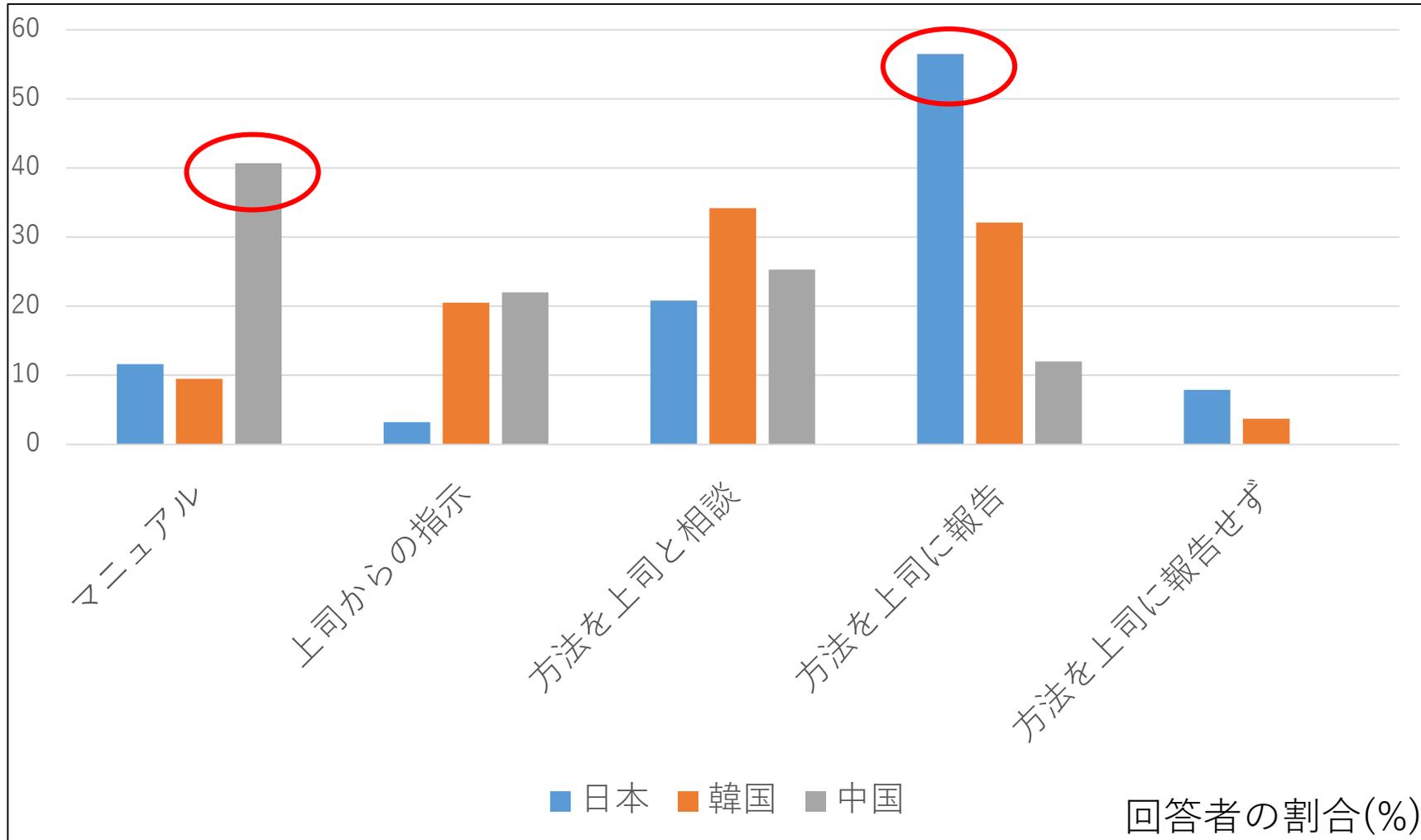
⇒3カ国の中で、すり合わせ型は**日本**で最も優勢／組み合わせ型は**中国**で最も優勢

製品開発組織

開発の組織体制(%)				
	開発組織は特別に編成されない	機能部門の内部に、開発組織が編成される	複数部門から開発組織が編成される	無回答
日本	35.9	17.9	43.6	2.6
韓国	37.5	20.8	41.7	0.0
中国	44.4	42.2	13.3	0.0
(注) 従業員数1,000人以上に限定した。				

複数部門から開発組織が編成されている割合は、**日本**で最高である
⇒ **部門間のコミュニケーションを促進する**組織体制になっている

通常時の仕事の裁量度

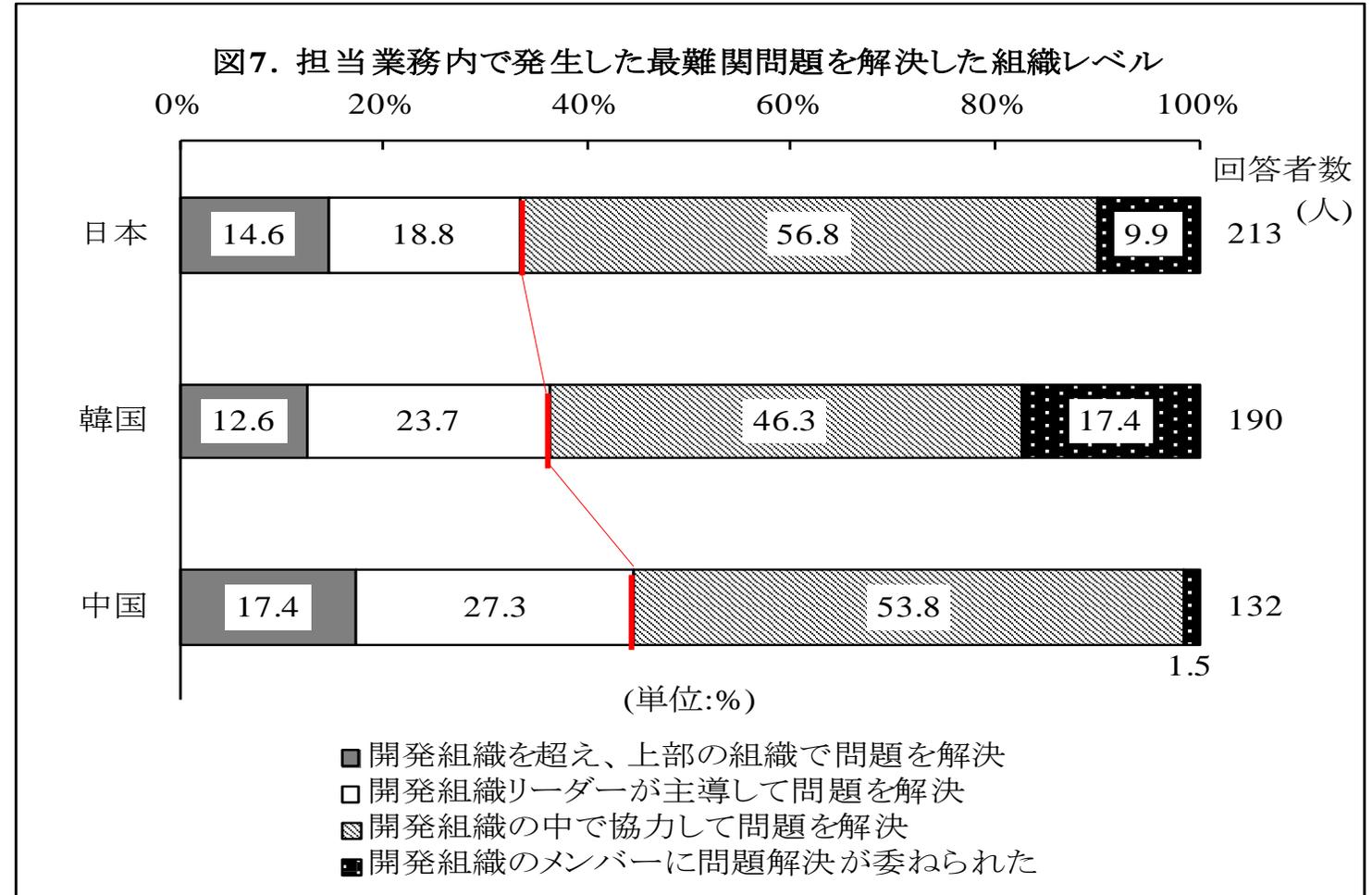


担当業務内で生じた問題の解決

■ 3カ国とも2大最難関問題は「不具合」「仕様変更」だった

■ 現場レベルで問題解決を図っている
度合い：日本 > 韓国 > 中国

⇒ つまり日本企業では、開発組織内で
コミュニケーションをとりながら
問題解決を図る傾向が最も強い



担当業務外で生じた問題の解決

■ 「0. 関与しなかった」から「3. 他人の指示・依頼以前に関与した」の4段階評価

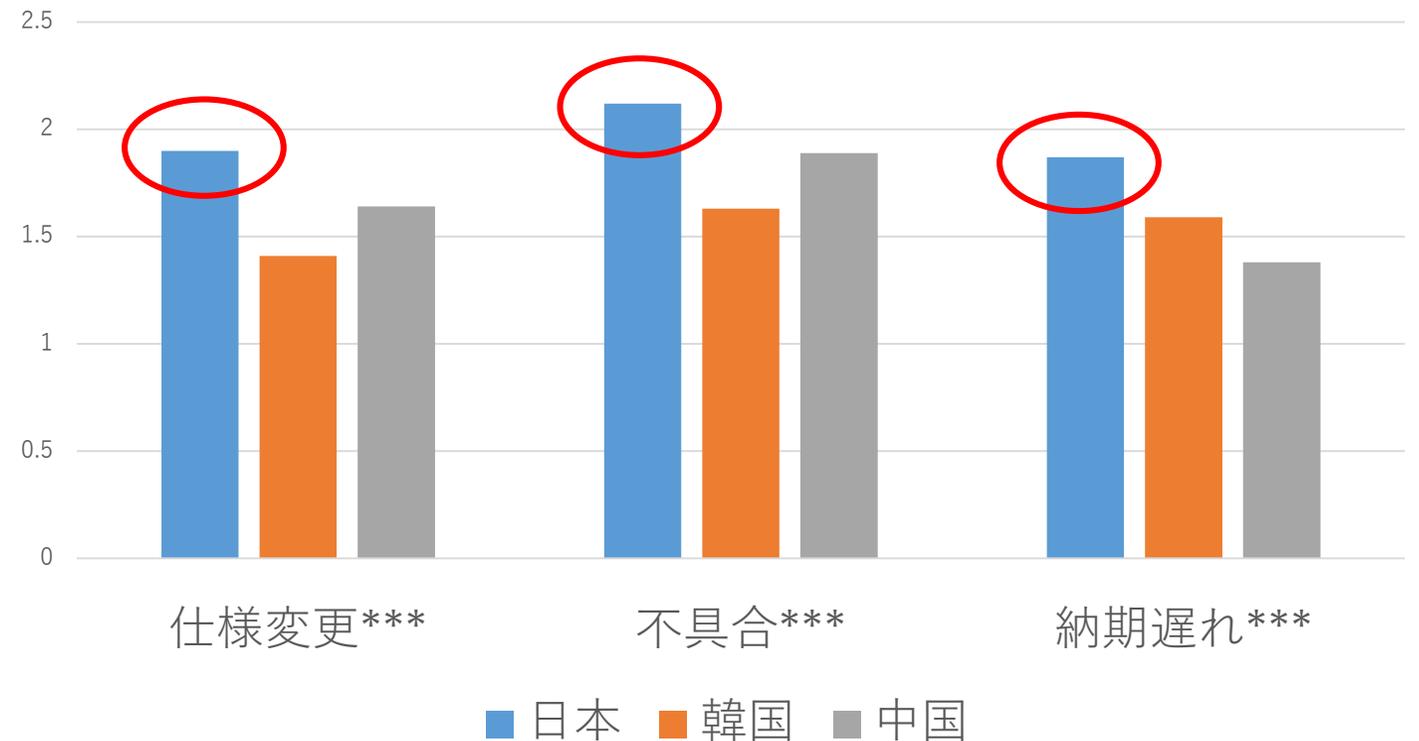
⇒ 問題解決への「**能動性**」を意味する

■ 2大問題：

日本・韓国→「仕様変更」「不具合」
中国→「仕様変更」「納期遅れ」

■ いずれの問題でも**日本**の能動性が最大

担当外問題解決時の能動性の平均値



(***: 1%水準で平均値の差が有意)

問題解決行動と開発成果

- 以上のように、発生した問題を**現場レベル**で、他者に**能動的に協力**して解決していくのが、日本企業に顕著な特徴である
- 詳しくは示さないが、他者に能動的に協力する態度は、3カ国ともに、**組織の開発成果**を有意に高めるという分析結果が得られている（都留ほか 2014）
⇒ 日本でみられる問題解決行動の優位性を示唆している
- しかし、そこで生じている諸業務は、**本当に完全に開発成果に結びついているか？**
⇒ 成果に結びつかない、**過剰な業務時間**は存在しないのか？
- 換言すれば、協力度の高さがネガティブな**長時間労働の温床**になってしまっていないだろうか？

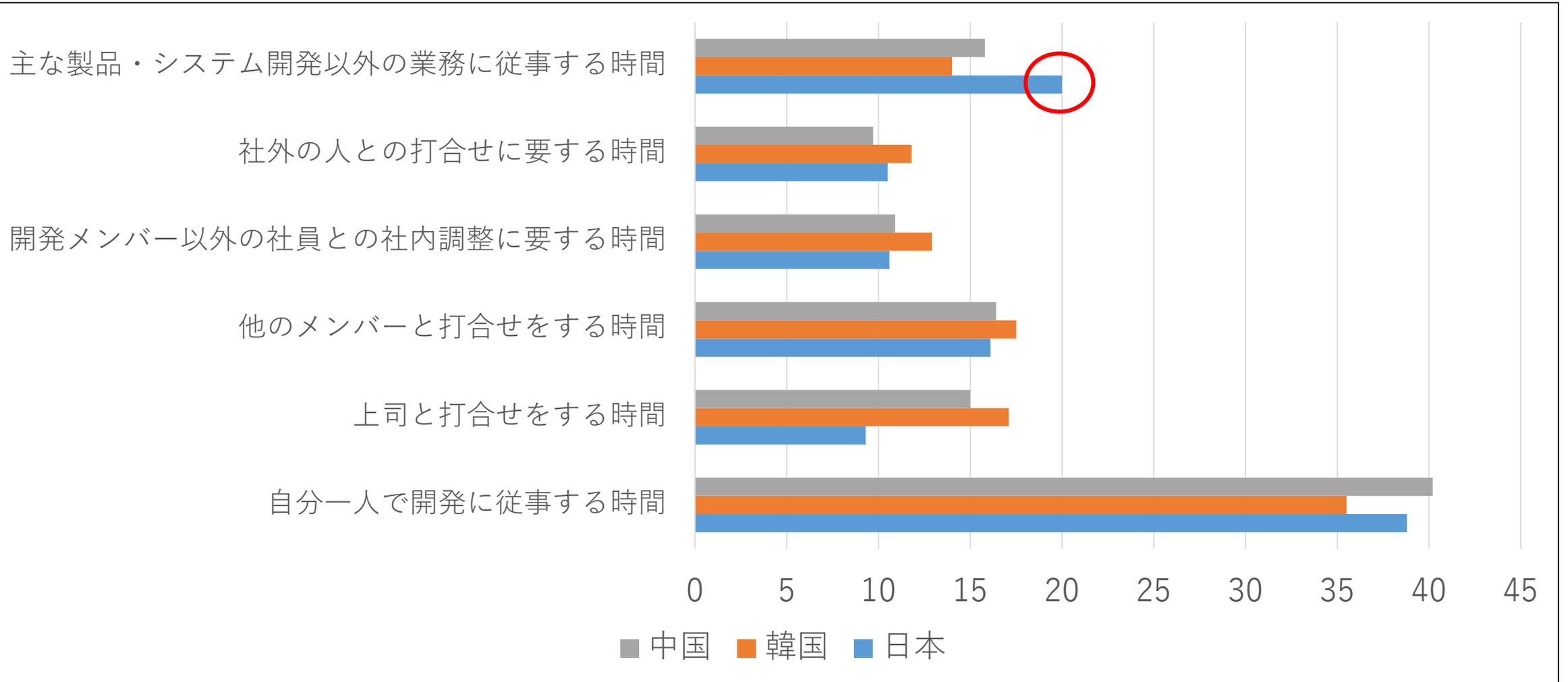
⇒ 次の節の分析課題

3. 労働時間内訳と開発成果の 関係：実証分析

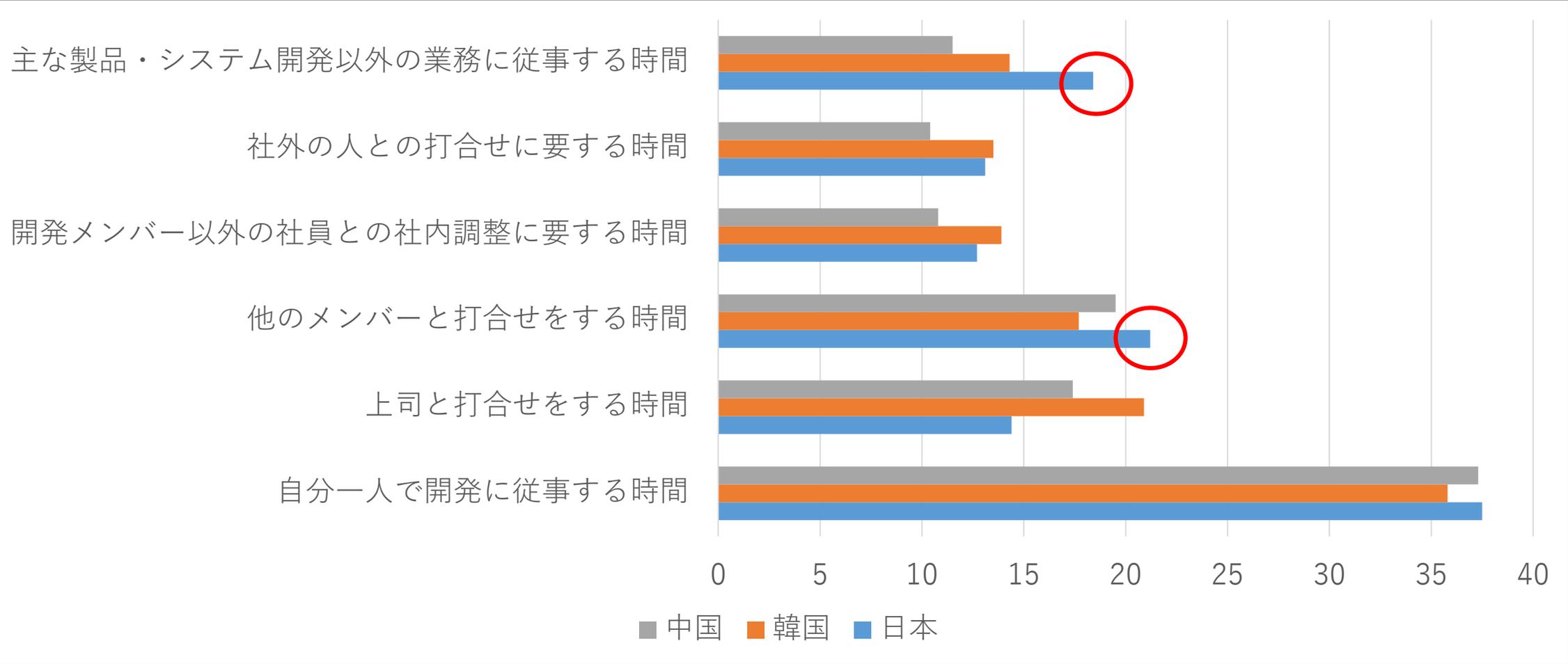
本節の目的

- 通常時， および問題発生時の諸業務に投じられた**労働時間**は， **開発成果**といかなる関係にあるだろうか？ 定量的に分析するのが本節の目的
- 第2節と同じく， 日中韓エンジニア個人調査の結果を用いる
- 「**打ち合わせ**」 および 「**開発以外の業務**」 に従事する時間に着目する
 - ⇒ 両者とも 「**緊密なコミュニケーション**」 という日本企業の通念に深く関係
 - ⇒ 有効な時間か？ それとも， 長時間労働の温床か？

通常時の労働時間内訳 (%)



問題発生時の労働時間内訳 (%)



仮説と分析指針

仮説1

打ち合わせ時間が増えると、ある閾値までは組織の開発成果に**正の影響**があるが、その閾値よりも打ち合わせ時間が多くなると組織の開発成果に**負の影響**をもたらす。

仮説2

主に従事している製品開発以外の業務時間は、組織の開発成果に**負の影響**をもたらす。

- それぞれ、**通常時と問題発生時を区別**して、組織の開発成果に影響を及ぼすと考えられる諸要因を統制変数として投入して、最小二乗法による推定を行う
- 当該活動に使った時間の**割合**(%)と、当該活動に費やした**週当たり時間数**の両方が分かるので、それら双方について推定を行う
⇒時間数は、「当該活動に使った時間の割合(%)×週労働時間」から算出

要約統計量(1)

	日本		中国		韓国	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
組織成果・納期	6.43	2.19	7.87	1.39	6.72	2.33
組織成果・開発コスト	6.09	2.16	7.63	1.42	6.29	2.25
組織成果・品質	7.13	1.77	8.66	1.16	6.51	2.17
組織成果・顧客満足度	6.99	1.76	8.52	1.19	6.60	2.20
打ち合わせ時間比率・通常時	42.50	21.36	48.42	16.48	54.65	20.12
打ち合わせ時間比率・問題発生時	51.76	26.00	55.73	17.86	57.56	23.09
開発外業務時間比率・通常時	18.15	16.06	11.39	11.08	10.23	11.15
開発外業務時間比率・問題発生時	12.40	16.98	7.49	7.43	8.18	11.22
打ち合わせ時間（週）・通常時	22.35	12.54	24.37	9.21	28.71	11.68
打ち合わせ時間（週）・問題発生時	26.91	14.57	27.95	10.30	30.12	13.11
開発外業務時間（週）・通常時	9.53	8.95	5.68	5.78	5.34	5.99
開発外業務時間（週）・問題発生時	6.54	9.28	3.71	3.80	4.28	5.93

要約統計量(2)

	日本		中国		韓国	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
参加プロジェクト数	3.38	3.06	2.52	1.55	2.57	2.21
従業員数	1211.34	4194.90	2310.72	5545.03	3127.84	10742.22
企業年齢	44.50	23.64	17.94	11.14	26.33	15.97
エンジニア年齢	41.88	7.64	33.44	6.95	32.42	5.51
職位カテゴリー変数 (大であるほど職位が上)	2.64	1.22	2.07	1.09	2.07	1.10
リーダーダミー (0=非リーダー, 1=リーダー)	0.76	0.43	0.74	0.44	0.35	0.48
製品のインテグラル度 (1=モジュラー, 2=インテグラル)	1.72	0.45	1.58	0.49	1.71	0.46
専用部品比率	57.68	29.13	53.43	20.05	49.09	29.68
開発組織構造カテゴリー変数 (大であるほど横断的に組織されている)	1.75	0.81	1.93	0.64	1.87	0.77

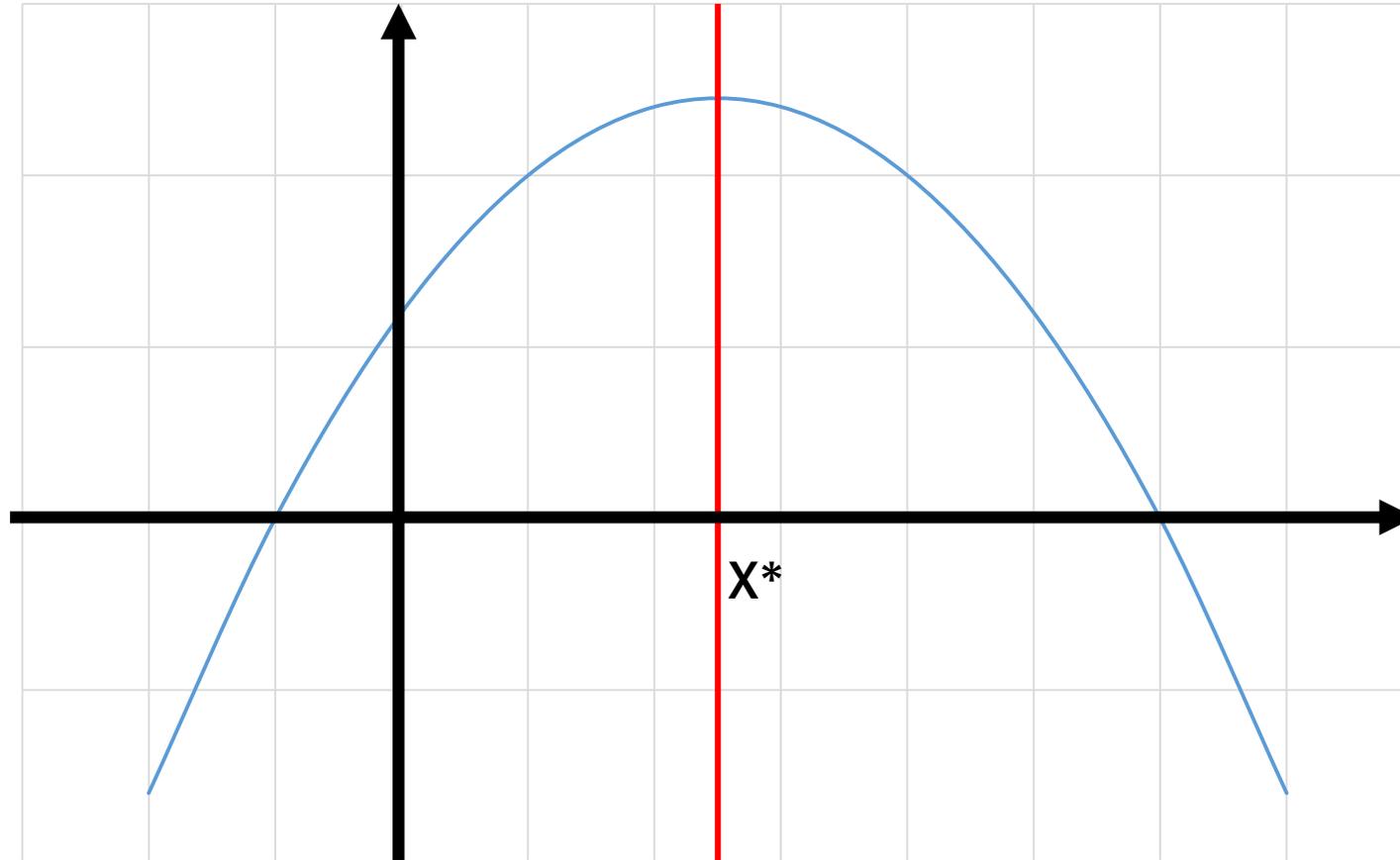
⇒ これらを統制変数として投入する

分析結果(1): 打ち合わせ時間

最小二乗法による推定を，国別に行う

- 被説明変数：4つの組織開発成果変数（納期，開発コスト，品質，顧客満足度）
- 説明変数：**通常時**の①打ち合わせ時間比率，②打ち合わせ時間，
問題発生時の③打ち合わせ時間比率，④打ち合わせ時間
- 2次の項が有意な推定結果について，2次関数の頂点を求めることで，組織開発成果への影響が正から負に転じる**閾値**を求める
- 全推定結果の要約を，その次のページに示す

分析結果(1): 打ち合わせ時間



■左図の X^* が**閾値**

⇒これ以上打ち合わせ時間比率／時間数を増やすと，組織の成果が落ちる点

■以下では，左図のような関数を推定して，閾値である X^* を計算したいのである

分析結果(1): 打ち合わせ時間

* 2次項の係数の符号を示す
(有意水準
***: 1%, **: 5%, *: 10%)

* 数値は**閾値**を示す

■ 黄色部分で、仮説と整合的な関係が観察された

■ 閾値を超えると、表側にある組織開発成果に**負の有意な影響**をもたらす

■ 閾値は平均値の周辺にある
⇒ 閾値を超える企業が相当数存在することを示唆する
⇒ 次ページの箱ひげ図で確認

通常時	打ち合わせ時間比率			打ち合わせ時間		
	日本	中国	韓国	日本	中国	韓国
納期	-	-**46.8%	-	-**23.4時間	-**23.2時間	+
開発コスト	-	-*42.8%	+	-	-***22.2時間	-
品質	-*46.2%	-**51.8%	-	-*29.1時間	-*27.8時間	-
顧客満足度	-	-***49.5%	-	-**30.0時間	-***25.6時間	-
平均	42.5%	48.4%	54.7%	22.4時間	24.4時間	28.7時間

問題発生時	打ち合わせ時間比率			打ち合わせ時間		
	日本	中国	韓国	日本	中国	韓国
納期	-	-	-	-*28.0時間	-	-
開発コスト	-	+	-	-*22.5時間	-	-
品質	-**58.0%	-	-	-***33.0時間	-	-
顧客満足度	-	-	-	-**32.8時間	-	-
平均	51.8%	55.7%	57.6%	26.9時間	28.0時間	30.1時間

分析結果(1): 打ち合わせ時間

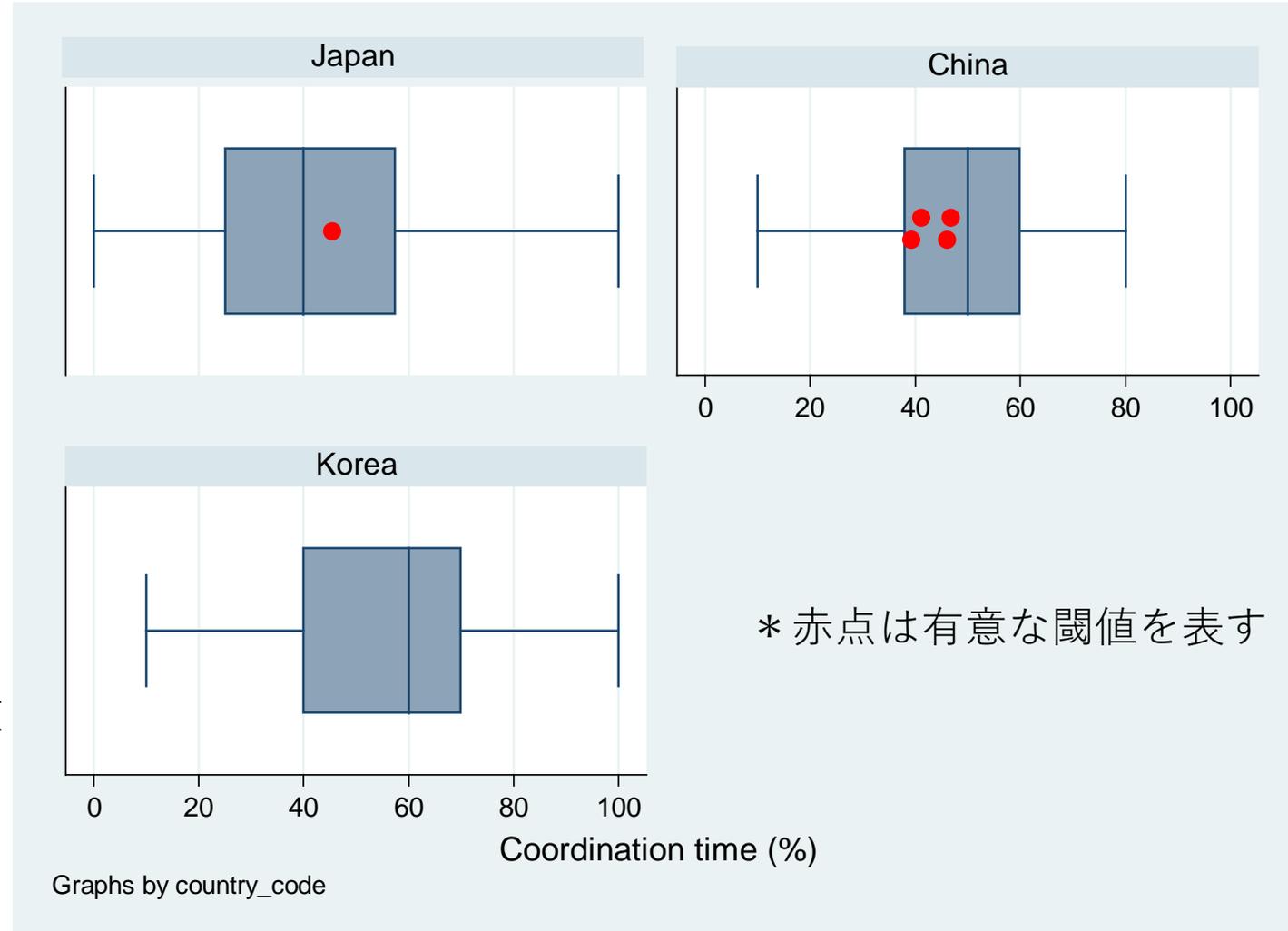
通常時の打ち合わせ時間比率に関する
3カ国の箱ひげ図を例として確認する

■ 日本の場合、閾値は第2四分位と第3四分位の
間にあることが分かる

■ 中国の場合は、4つの閾値はいずれも
第1四分位と第2四分位の間にある

⇒つまり、閾値を超えるサンプルが相当数存在
することが確認できる

⇒同じことは他のケースでも同様に確認できる



分析結果(2): 開発外業務時間

最小二乗法による推定を，国別に行う

- 被説明変数：4つの組織開発成果変数（納期，開発コスト，品質，顧客満足度）
- 説明変数：通常時の①開発外業務時間比率，②開発外業務時間，
問題発生時の③開発外業務時間比率，④開発外業務時間

- 全推定結果の要約を，次ページに示す

分析結果(2): 開発外業務時間

*係数の符号を示す
(有意水準
***: 1%, **: 5%, *: 10%)

通常時	開発外業務時間比率			開発外業務時間		
	日本	中国	韓国	日本	中国	韓国
納期	-	+	-	-	+	-
開発コスト	+	-	-**	-	+	-**
品質	+	-*	-	+	-	-
総合商品力	-	-	-*	-	-	-

■黄色部分で、仮説と整合的な関係が観察された

■日本については、有意な関係が見出されなかった

■問題発生時に、中国では**正**の有意な関係 = 仮説と反対

⇒開発以外の業務が、**問題解決に有益**であることを示唆している

= 「参加プロジェクト数」の係数が**中国でのみ正で有意**であることと符合する

問題発生時	開発外業務時間比率			開発外業務時間		
	日本	中国	韓国	日本	中国	韓国
納期	+	+**	-**	+	+*	-**
開発コスト	+	+*	-***	+	+	-***
品質	-	+	-**	-	+	-**
総合商品力	-	+	-**	-	+	-*

4. 考察と含意

まとめと解釈：打ち合わせ時間の分析に関して

1. 時間比率よりも時間数の方で有意になる項目が多い

= 組織成果は、打ち合わせに費やした時間の割合よりも、時間の長さと関係している
⇒ 疲労や情報過多など、物理的な問題が成果を下げている可能性を示唆する

2. 日本では問題発生時にも上に凸の関係が見られる／中国・韓国には見られない

= 日本では問題解決を、現場レベルで能動的に行う傾向があるためであろう
中国・韓国では問題解決を、より上位組織で行う傾向が強いためであろう

3. 日本では問題発生時の平均打ち合わせ時間は4.5時間延びているが、いずれの閾値の延びもそれを下回っている

= 問題発生時の打ち合わせ時間の延長には、組織成果を押し下げるという意味での「無駄」が含まれていることを示唆している

■ つまり、日本の打ち合わせ時間は3カ国で最短だが、①長すぎる打ち合わせが組織成果を下げるという関係性が顕著で、②その意味で無駄を生んでいる企業が相当数存在することを示唆する分析結果 ⇒ 効率化の余地がある

まとめと解釈：開発外業務時間の分析に関して

1. 時間比率の方が時間数よりも有意になる項目数が多い

= 組織成果は、開発外業務に費やした**時間の長さ**よりも、**時間の割合**に関係している
⇒ 製品開発業務の時間がクラウドアウトされることが問題なのだろう

2. 仮説とは逆に、中国では問題発生時に**正で有意**な関係性が見られる

= 問題解決に資する知識が移転されているというのが一つの可能性
⇒ 「**参加プロジェクト数**」の係数が**中国でのみ正で有意**であることと符合する

3. 韓国では、特に問題発生時に、組織成果と**負で有意**な関係が見られる

= 開発外業務時間が中国とほぼ同水準であるにもかかわらず
= エンジニアの多忙さ・人員不足という状況と整合的（都留ほか 2014）

4. 日本では、有意な関係性が見られなかった

= **知識移転**による**正の影響**と、**多忙をもたらす**という**負の影響**が相殺しあっているためかもしれない

結果のまとめと解釈：日本に関して

- つまり日本企業にとって、能動性の高さが組織成果を高めるという前掲の分析結果も、手放しで喜ぶべきではないことを、本報告の分析は示唆している
- 度を越えて長い打ち合わせ時間は、組織成果を低下させる可能性があるためである
- 推定結果によると、通常時だと**週当たり23-30時間**が閾値となっている
 - ⇒ 「ホウレンソウ」に代表される緊密なコミュニケーションが**負の作用**をもたらしていないかどうか、一つのチェックポイントになる時間数だと考えられる
 - ⇒ サンプルを見る限り、この時間数を超えている日本企業も、**相当数存在する**と考えられる
- 緊密なコミュニケーションを与件とせず、**労働慣行と作業組織の見直し**が必要であることを強く示唆していないだろうか

結果のまとめと解釈：中国・韓国に関して

■中国でも，過大な打ち合わせ時間は組織成果に負の影響をもたらしている

⇒すでに確認した通り，通常時にも**裁量が小さい**仕事の仕方をしているので，打ち合わせが過大になりやすいと推測される

■韓国では，開発外業務時間が組織成果に負の影響をもたらしている

⇒多忙さや人員不足の問題が影を落とした結果と推測される

■つまり，東アジア3カ国のエンジニアは，それぞれに異なる問題を抱えていると
いうことができ，**各国とも問題なしとは言えない状況**なのである

働き方改革への含意

■ **労働生産性**を向上させなくては、たとえ時間外労働時間が制限されても「持ち帰り残業」などの形で**長時間労働**が残存しかねない

■ 分析結果は、成果を下げる**コミュニケーション**を含む仕事プロセスを刷新することで、**労働生産性**を向上させ、**長時間労働**を抑制する余地があることを示している

■ これは、**緊密なコミュニケーション**という、日本企業の強みにメスを入れることでもあるから、一筋縄ではいかない課題だと思われるが、「コミュニケーションはよいことだ」と与件にせずに取り組みられるべき課題だと考える

■ 「開発プロセスの標準化」「組織規模の改編」「管理職登用の加速」・・・
⇒SCSK社でも、仕事プロセスに踏み込んだ地道な施策も打たれている

働き方改革への含意

■労働生産性向上のための仕事プロセスの刷新は完全に自助努力に任されるべきか？

■「生産性革命」（『新しい経済政策パッケージ』2017.12 閣議決定）は、特に中小企業の生産性向上努力を促そうとしている点に意義がある
⇔しかし、ITなどの設備投資支援が中心の一つで、**技術偏重**だと思われる

■そこで無視されているのは**職場組織革新**の促進施策である

⇒ますます重要になる**知識労働**では、コミュニケーションを含む**職場組織**のあり方が生産性を規定する要因として枢要であるから、無視・軽視はできないだろう
=例えばフィンランド技術庁のLiideriプログラムは、生産性向上と革新的製品の創出を可能にする職場組織刷新に資金を提供するもの
⇒大学との共同研究／コンサルティング会社との協働 など

■生産性向上に一定の成果を上げている北欧の経験は、日本の参考になろう