

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 2 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2011～2014

課題番号：23241048

研究課題名(和文)ステークホルダー視点に基づく医療オペレーションズ・マネジメントと国際ベンチマーク

研究課題名(英文)Healthcare Operations Management from Stakeholder Perspectives and Its Cross-National Benchmarking

研究代表者

伊藤 謙治 (Itoh, Kenji)

東京工業大学・社会理工学研究科・教授

研究者番号：80159871

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 37,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では医療組織の効果的管理を目指して、患者、医療従事者、管理・運営、および地域・社会という医療の代表的なステークホルダーそれぞれの視点から抽出された必要最小限の重要パフォーマンス指標の測定に基づき、医療マネジメントを統合的に、そして全体的な観点からアプローチする新たな技術基盤を構築した。透析医療を対象にセキュリティの高いネットワーク上に統合されたウェブベースの実システムとして実装し、実際の透析医療施設での適用を通して提案アプローチ・技術基盤を検証した。

研究成果の概要(英文)：In this research project, we constructed a holistic management paradigm of healthcare organisations, aiming at global optimisation of various healthcare goals, and effective management activities at different time-band levels; from daily operations management, tactical planning to strategic decision making. As a core part of the management paradigm proposed in this project, periodical assessment of each organisation is conducted through performance measurement by the use of a limited number of “key” performance indicators, which were arranged from stakeholder perspectives and assessment properties. We implemented this paradigm as a computer-based system which included a central server and a number of client workstations in clinics connected on the high security network, applying to dialysis facility management. The holistic healthcare management paradigm proposed in this project was evaluated through applications of the system to a number of dialysis facilities.

研究分野：人間工学、経営工学、安全工学、認知工学、医療安全

キーワード：オペレーションズ・マネジメント パフォーマンス指標 医療ステークホルダー 患者満足 従事者満足 安全文化 全体的病院管理 透析医療

1. 研究開始当初の背景

本研究の開始当時、そして現在においても大きな社会問題となっている医療安全のほかに、医療マネジメントにおいては解決しなくてはならない重要な問題が山積みされていた。たとえば、事故後の情報開示や患者への不適切な対処と患者・家族の医療組織への不信任、医療サービスに対する患者の不満、長時間労働など、様々な理由による医療従事者の満足度の低下と特定診療分野の医療者不足、組織管理の非効率による病院経営の圧迫などがある。これらの問題に的確に対処するには、安全、質、そして効率など、異なる管理目標をうまくバランスを取りながら、現状レベルをトラッキングしながらフレキシブルに変化に即応できるように、業務を全体的な視点から弾力的に管理する必要がある。しかしながら、現状では医療において安全に関しては「リスク管理」として、また効率や経営・財務面の管理に対しては「オペレーションズ・マネジメント」として、それぞれの機能を独立に管理してきた。絡み合うさまざまな問題に対処しなくてはならない現在の医療施設のマネジメントに対して、医療安全、質、効率など、関連する管理指標を統一的な枠組みのもと、有機的な関連性を持って全体最適の目標のもとで運営するアプローチ、方法論が必要である。

このような医療マネジメントの問題については上述した技術課題のほかに、医療現場が抱える業務環境など、組織的な要因や課題も存在している。たとえば、大病院では専任の医療安全管理者や管理スタッフも配し、十分ではないにしろ安全教育や医療安全委員会の開催も定期的実施している。一方、小規模の病院・診療所ではそのような管理のための部門、人材はおろか、活動すら行う余裕がない。すなわち、我が国全体の医療の重要問題を解決し、国民に安全・安心な医療を提供するためには、特に小規模な医療施設に対して管理機能を効果的に実施する仕組み、アプローチと、その支援が急務となっていた。

2. 研究の目的

本研究では上述した背景から、小規模施設の適用も可能となるような医療サービスの効果的管理を目指して、医療安全における組織・体質的な側面の重要性から着目した安全文化に加え、患者、医療従事者、管理・経営者（マネジメント）および地域・社会という医療のステークホルダーそれぞれの視点から、統合的に、そして全体的な観点からこの問題にアプローチする医療マネジメントの新たな技術基盤を構築し、医療組織で利用可能な実システムとして展開することを目的とした。そのため、透析医療施設を適用対象にネットワークで統合されたシステムとして実装し、提案する技術基盤の妥当性、有用性、適用容易性を、実際の医療組織に適用したケーススタディ、そして多くの医

療組織から獲得したデータにより検証した。

これらの研究目的の達成のため、次の5つのサブテーマを掲げ、研究を遂行していった。

- (1) 全体的医療マネジメントのフレームワークの設定
- (2) 医療マネジメントのためのキー・パフォーマンス尺度の選択と設定
- (3) 全体的医療マネジメントのパフォーマンス指標となる患者満足度、従事者満足度、安全文化診断法の設定と検証
- (4) 日本の透析施設に対する全体的医療マネジメントの適用（パフォーマンス成績の全国調査）
- (5) 全体的医療マネジメント・システムの実装（透析施設バージョン）

3. 研究の方法

(1) 全体的マネジメントのフレームワーク

本研究に関連する情報を幅広く獲得するために、PubMed等の医療系データベースを用いたシステムティック・レビューにより大規模な文献調査を行った。それとともに、国内外の有識者に対して関連研究に関する情報獲得、動向調査を行った。これらによって得られた情報、ならびに我々のこれまでの研究成果をもとに、全体的医療マネジメントのフレームワークを構築した。

(2) キー・パフォーマンス尺度

(1)のフレームワークと文献調査の結果に基づき、潜在的なパフォーマンス対して全体で236の一般病院、および264の透析施設・部門の管理者、さらに931名の一般病院、および2,156名の透析部門の医療スタッフにアンケート調査を実施し、医療マネジメントに関連して施設内で保有しているデータ、そのデータの適用対象、および施設のマネジメントに対する必要性について調査し、その結果からキー・パフォーマンス尺度を選択した。

(3) 患者/従事者満足度、安全文化診断法

アンケート調査として全体的医療マネジメントを構成する患者満足、従事者満足、安全文化の測定について、それらの診断方法、およびそのためのパフォーマンス指標の構築を行った。患者満足度調査については22施設から合計約800人の透析患者から回答、従事者満足度調査では42施設から約800名の透析従事者の回答を得た。安全文化調査に対しては422施設の透析担当の医療職員から合計約6,500の回答を収集した。

(4) パフォーマンス成績の全国調査

(2)で設定したパフォーマンス尺度に関する2011~2013年度の実績データを、一般病院10施設、透析施設・部門94施設から収集し、提案する全体的医療マネジメントに適用するとともに、現状での日本の透析部門の成績（能力）とその特徴を明らかにした。

(5) 全体的医療マネジメント・システム
全体的医療マネジメントのフレームワークをネットワークに接続されたセキュリティの高いウェブベースのシステムとしてサーバ上に実装した。

4. 研究成果

(1) 全体的マネジメントのフレームワーク

キー・パフォーマンス尺度によるパフォーマンス測定に基づく全体的医療マネジメントのフレームワークを構築した。パフォーマンス尺度は、医療ステークホルダーの視点、および評価観点から分類され、複数の尺度に共通する要因として表現されるパフォーマンス指標により評価・診断される。本研究では医療の重要なステークホルダーとして、受益者としての患者・家族（患者視点）、サービス提供者である医療者（従事者視点）、運営に責任を持つ経営者（マネジメント視点）、そして地域住民・社会（地域・社会視点）の4つのステークホルダーを取り上げる。

評価の観点は、医療の成果とパフォーマンス形成要因の2つに大別できる。医療の成果は医療サービスにより得られる結果であり、満足度、健康状況、安全/質、時間/効率、そして効果の5つで構成される。パフォーマンス形成要因は医療の成果に直接、あるいは間接的に影響を与える要因であり、本研究では構造的要因、プロセス要因、および文化/風土要因の3つの観点に分類した。

このフレームワークでは、ステークホルダーと評価の観点の組合せでパフォーマンス尺度を表現している。すなわち、1つのステークホルダー・評価の観点に複数のパフォーマンス尺度が存在し、それらに共通する要因としてパフォーマンス指標が表現される。たとえば、「患者」と「安全/質」の組合せには医療事故発生率、インシデント報告率、バスキュラーアクセス感染率、血液感染率などのパフォーマンス尺度があり、これらにより医療安全のパフォーマンス指標が形成される。

(2) キー・パフォーマンス尺度

現在施設内で利用しているパフォーマンス尺度、医療者（管理者・スタッフ）の個別尺度に対する重要度の認識、および透析医療者へのインタビュー調査の結果などから、全体的医療マネジメント（透析バージョン）に含める必要最小限のキー・パフォーマンス尺度として、患者視点5項目、従事者視点34項目、およびマネジメント視点20項目を選定した。これらのパフォーマンス尺度に対する主成分分析の結果から、全体的医療マネジメントで利用すべきパフォーマンス指標として、13指標が抽出された。

- 医療過誤（患者視点・安全/質）
- 院内感染（患者視点・安全/質）
- 患者満足（患者視点・満足度）
- 透析の質（患者要因・安全/質、時間/効率）
- 労働衛生（従事者視点・健康状況）

- 職業生活の質（従事者視点・プロセス要因）
- 能力増進（従事者視点・プロセス要因）
- 従事者満足（従事者視点・満足度）
- 患者数（マネジメント視点・健康状況）
- 稼働率（マネジメント視点・時間/効率）
- 財務効率（マネジメント視点・効果）
- 透析重症度（マネジメント視点・健康状況）
- 安全文化（マネジメント視点・文化/風土）

(3) 患者満足度

透析施設・治療に関する30の満足度項目に対する回答の主成分分析により、次の7つの患者満足度要因が抽出され（累積寄与率65%）、これらの満足度要因により全体的医療マネジメント・システムにおいて患者満足度の測定・診断を行う：透析治療、スタッフの応答性、受け取った情報、スタッフ能力・知識、人間関係、接遇・清潔感、院内環境・設備。これらの7要因に対するクロンバックの α は、基準値の0.7をすべて上回っており、要因として内的整合性を満足している。これらの要因のうち特に、透析治療、受け取った情報、人間関係、および院内環境・設備に対する満足度の4要因が、透析患者の施設に対する全体的な満足度を決定づける要因であることがわかった。

透析患者満足度調査から明らかになった透析患者の満足度の現状、特徴を以下に示す。

- 透析患者の満足度が最も高いのは院内環境・設備であり、約80%の患者がその現状に満足している。これに次いで接遇・清潔感、および透析治療の満足度が高い。
- 透析患者の性別、同居者の有無により、満足度に差は見られない。
- 人間関係、接遇・清潔感、および院内環境・設備の満足度には、職業の有無により差がみられる。全体的な傾向として、無職の患者の方が満足度は高い。
- 全体の9割近くの患者が現在透析治療を受けている施設に対して満足している。

(4) 従事者満足度

従事者満足度調査の35項目の回答に対する主成分分析により、次の5つの従事者満足度要因が抽出され（累積寄与率61%）、全体的医療マネジメント・システムにおける従事者満足度の測定・診断に利用する：キャリア形成/自己実現、業務要求度/ワークロード、リーダーシップ、コミュニケーション・チームワーク、経済・福利的条件。これら5要因のクロンバックの α は、すべて0.8を超す高い値であり、透析スタッフの満足度の測定・評価として内的整合性に問題はない。医師、看護師、および臨床工学技士という透析室のすべての職種とも、これらの満足度要因のうち特に、キャリア形成/自己実現、および業務要求度/ワークロードが全体的職務満足の決定要因になっている。これら2つの満足度要因により医師、看護師、および臨床工学技士のそれぞれに対して、全体的職務満足

度の 65%、58%、および 62%を説明している。
この透析スタッフの満足度調査データから、以下の透析従事者の満足度の現状、特徴が明らかになった。

- キャリア形成/自己実現、業務要求度/ワークロード、リーダーシップ、およびコミュニケーション・チームワークに対しては満足している透析従事者が多いが、経済・福利的条件については不満足が満足度を上回っている。
- 医師、看護師、および臨床工学技士の職種間の差異は大きく、すべての要因に対して医師の満足度が最も高く、看護師が低い。
- 透析室担当の看護師、臨床工学技士の各年齢階層の回答は極めて同質的であり、5つの満足度要因すべてに大きな差はない。
- 全体的職務満足についても透析室担当の職種間には大きな差が見られる。全体的には医師の満足度が最も高く、看護師と臨床工学技士の間には大きな差はない。

(5) 安全文化診断法

安全文化に関する因子構造として、50項目の回答に主成分分析を適用した結果、以下に示す全 11 因子で構成されている安全文化要因が抽出され（累積寄与率 47%）、これにより安全文化診断を行う：安全システムとマネジメントとの関わり合い、権力的距離、コミュニケーションと学習、職務満足、ストレス・業務プレッシャーへの抵抗、エラー報告、チーム指向-個人指向、安全構造の認識、システムズ・アプローチ、能力指向の見方、懲罰文化。

これらの安全文化調査データを分析した結果、我が国の透析室の安全文化として、次の特徴があることが明らかになった。

- コミュニケーションの重要性は非常によく認識されており、それにより学習しているという姿勢が強い。
- 安全システムに対する意識は強く、そして院長や理事長などの経営トップ層の安全に対する関わり合いも高い。
- ストレスや業務プレッシャーなどの要因が自分自身の作業パフォーマンスにもたらす影響を現実的に認識している医療従事者は多くない。
- エラー報告については、職種によらず共通してその重要性を強く認識しており、エラー報告を進んで実践しているという姿勢が見られる。
- 透析医療の現場には権力的距離は存在しない、あるいは小さいと認識している医療従事者が多い。
- 全体的に懲罰文化が存在しているという認識の医療従事者は多くはない。
- 事故を従事者個人のせいにするのではなく、業務システムに内在する不具合や欠陥による発生と認識するシステムズ・アプローチを受け入れる傾向が強い。
- 8割以上の医師は高い職務満足を示して

いる。これに対して、看護師と臨床工学技士で高い満足度を持つ者は6割強である。

(6) パフォーマンス成績の全国調査

透析施設全体のパフォーマンスとのベンチマーキングに基づき、個別施設の全体的パフォーマンスの診断方法を構築した。すなわち、パフォーマンス尺度ごとに計算した全施設の平均値、標準偏差をもとに、当該施設のzスコアを算出する。パフォーマンス指標ごとに、それを構成するパフォーマンス尺度のzスコアを合計し、全体レベルから見た当該施設のレベルを求める。これにより全施設の上位5%、25%レベル、逆に下位5%、25%レベルというように評価し、その指標と対応のあるパフォーマンス形成要因に基づく診断結果を提言する。

全体的医療マネジメント・システムで提案するパフォーマンス尺度を分析した結果、次のような特徴が日本の透析施設・部門にあることがわかった。

- 医療事故発生率は透析スタッフ1人・1年の件数で0から0.7件と、施設により大きく異なっている。平均すると年間1人あたり0.06件である。
- インシデント報告件数についても0件から35.5件というように、非常に大きな差異が施設間に存在する。
- 血液感染に関しては、ほとんどの施設でこの2年間には一度も発生していない。
- 医療安全に関するパフォーマンスについては、透析専門施設、総合病院の透析室、および一般病院・診療所の透析室という施設タイプ間に大きな差はない。
- 透析の質に関しては、通院患者比率の低い施設で透析中に低血圧になる頻度が高いという傾向が見られた。
- 職業生活の質に関して、透析スタッフの有給休暇の取得日数は全体的に年間9日後である。特に、医師、および臨床工学技士の取得日数は施設間に非常に大きい差異が存在する。残業時間、離職率についても施設間に大きなバラツキがある。
- 施設効率については、通院患者比率の高い施設が低い施設と比べ、透析ベッド回転率が有意に高い。また、通院患者比率の高い施設においては、医師、および臨床工学技士の常勤換算人数1人あたりの透析ベッド数が多いため、施設効率に関するパフォーマンス指標が高くなっている。
- 透析ベッドの回転率については透析専門施設が、総合病院や一般病院の透析室より約40%高い。透析部門の規模の影響については、透析ベッド数20~49の中規模施設が最も施設効率が高く、20未満の小規模の透析室の施設効率が低い。
- 財務効率に関しては、通院患者比率の高い施設が通院比率の低い施設より、医業利益率が高い。
- 透析重症度に関連して、通院患者比率の低

い施設において粗死亡率が高い。すなわち、入院透析患者が多い施設に重症度の高い透析患者が多いことを示唆している。

(7) 全体的医療マネジメント・システム

全体的医療マネジメント・システムは、本研究のフレームワーク、管理方式をセキュリティの高いシステムとしてネットワーク上に一部実装し、さらに医療オペレーションの管理方法、さらに戦術的医療管理、戦略的意思決定を含んだ全体的医療管理への適用を可能とする医療マネジメント・システムとして設計した。システム全体の構成としては、透析施設サブシステム、センター管理ホストシステム、患者満足度/従事者満足度/安全文化調査サブシステムからなる。

「透析施設サブシステム」は、各透析施設でのマネジメントに利用するパフォーマンス尺度の入力や、患者満足度等のアンケート調査の回答入力（データ入力機能）そして管理センターから送られてくる分析・診断結果等を閲覧する（分析機能）ために利用するものである。そのほか、データサーバ上に匿名で蓄積してある他施設も含めた事故・インシデント事例、再発防止策の事例検索が行えるデータベース機能、施設サブシステムの管理を行うシステム管理機能を有している。

全体的医療マネジメント・システム全体を管理する「センター管理ホストシステム」はシステム管理機能のほか、サーバに保管されている各透析施設のデータを分析、診断する分析機能、サーバとのデータのやりとりをコントロールするデータ・トランスポート機能、そして各施設が利用する機能をエミュレートする擬似病院システム機能などが実装されている。

「患者満足度/従事者満足度/安全文化調査サブシステム」は、それぞれのアンケート調査を各回答者が、タブレット/パソコンで回答し、直接センターのサーバにデータを蓄積するときに利用するサブシステムである。このシステムには、ユーザビリティ高く、患者が透析中に手を使わずに回答が可能な眼球注視インタフェースによる入力方式もサポートされている。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計 44 件)

伊藤謙治 (2015), 透析施設に対する全体的管理システム. 臨牀透析, 31(5), 査読無, 掲載確定

Gu, X. and Itoh, K. (2015), A Construct of Dialysis Employee Satisfaction: Acquiring Satisfaction Factors and Their Contributions. *Therapeutic Apheresis and Dialysis*, 査読有, 掲載確定 DOI: 10.1111/1744-9987.12297

Gu, X. and Itoh, K. (2015), Factors

behind Dialysis Patient Satisfaction: Exploring Satisfaction Factors and Their Effects on Overall Satisfaction. *Therapeutic Apheresis and Dialysis*, 19(2), 162-170, 査読有 DOI:

10.1111/1744-9987.12246

Gu, X., Itoh, K. and Suzuki, S. (2014), An Error Taxonomy System for Analysis of Haemodialysis Incidents. *Journal of Renal Care*, 40(4), 239-248, 査読有 DOI: 10.1111/jorc.12081

Liu, H.C. and Itoh, K. (2013), A Conceptual Framework for Holistic Dialysis Management Based on Key Performance Indicators. *Therapeutic Apheresis and Dialysis*, 17(5), 532-550, 査読有 DOI: 10.1111/1744-9987.12019

Gu, X. and Itoh, K. (2012), Patient Views and Attitudes to Doctor's Actions after Medical Errors in China. *Journal of Patient Safety*, 8(4), 153-160, 査読有 DOI: 10.1097/PTS.0b013e318257ffa0

Gu, X., Andersen, H.B., Madsen, M.D., Itoh, K. and Siemsen, I.M.D. (2012), Nurses' Views of Patient Handoffs in Japanese Hospitals. *Journal of Nursing Care Quality*, 27(4), 372-380, 査読有 DOI: 10.1097/NCQ.0b013e3182573736

Gu, X. and Itoh, K. (2011), A Pilot Study on Healthcare Safety Climate and Error Reporting Behavior in China. *Journal of Patient Safety*, 7(4), 204-212, 査読有 DOI: 10.1097/PTS.0b013e3182388d0d

伊藤謙治 (2011), 透析医療のための安全オペレーションズ・マネジメント・システム構想. 日本血液浄化技術学会会誌, 19(1), 62-64, 査読無

〔学会発表〕(計 42 件)

Gu, X. and Itoh, K., Validating Dialysis Patient Satisfaction Scale by Its Correlation with Healthcare Performance Indicators. In the *19th Triennial Congress of the International Ergonomics Association, IEA 2015*, Melbourne, Australia, 9-14 August, 2015, 査読有, 発表確定

Gu, X. and Itoh, K., Constructing Key Performance Measures for Dialysis Clinic Management from Professional Points of View. In the *22nd International Annual EurOMA Conference 2015 - Operations Management for Sustainable Competitiveness*, Neuchâtel, Switzerland, 28 June - 1 July, 2015, 査読有, 発表確定

Gu, X. and Itoh, K., An Assessment Tool for Dialysis Patients' Satisfaction: Exploring Crucial Satisfaction Factors

for Japanese Patients. In the *11th International Symposium on Human Factors in Organisational Design and Management and the 46th Annual Nordic Ergonomics & Human Factors Society Conference*, Copenhagen, Denmark, 18 August, 2014, 査読有
Gu, X. and Itoh, K., Investigating Staff and Manager Views of Performance Indicators for Hospital Management. In the *21st International Annual EurOMA Conference 2014 -- Operations Management in an Innovation Economy*, Palermo, Italy, 24 June, 2014, 査読有
Gu, X. and Itoh, K., Estimating Reporting Culture Prediction and Its Link to Safety Performance by Applying Hemodialysis Error Taxonomy. In the *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, Bangkok, Thailand, 11 December, 2013, 査読有
Gu, X., Andersen, H.B., Madsen, M.D., Itoh, K. and Siemsen, I.M.D., A Questionnaire-based Survey on Nurse Perceptions of Patient Handoffs in Japanese Hospitals. In the *11th International Probabilistic Safety Assessment and Management Conference & the Annual European Safety and Reliability Conference -- PSAM11-ESREL2012*, Helsinki, Finland, 28 June, 2012, 査読有
Itoh, K., Does Incident Reporting Rate Indicate Risk or Safety in Healthcare? Implications from Correlations with Safety Climate Scores. In the *International Conference on Healthcare Systems Ergonomics and Patient Safety, HEPS 2011*, Oviedo, Spain, 23 June, 2011, 査読有
Gu, X., Ito, T. and Itoh, K., Error Taxonomy for Hemodialysis Incidents: Analysis and Assessment of Safety-related Issues in Dialysis Facilities. In the *International Conference on Healthcare Systems Ergonomics and Patient Safety, HEPS 2011*, Oviedo, Spain, 23 June, 2011, 査読有

〔図書〕(計 2件)

Itoh, K., Andersen, H.B. and Mikkelsen, K.L., Safety Culture Dimensions, Patient Safety Outcomes and Their Correlations. In P. Waterson, (Ed.), *Patient Safety Culture: Theory, Methods and Application*, pp.67-98, Ashgate, Surrey, UK, 2014
Itoh, K., Andersen, H.B. and Madsen,

M.D., Safety Culture in Health Care. In P. Carayon, (Ed.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics in Health Care and Patient Safety (2nd ed.)*, pp.133-162, CRC Press, Boca Raton, FL, 2012.

〔産業財産権〕
出願状況(計 0件)
取得状況(計 0件)

〔その他〕
ホームページ等
<http://www.me.titech.ac.jp/itohlab/index.html>

6. 研究組織

(1)研究代表者

伊藤 謙治 (ITOHI, Kenji)
東京工業大学・大学院社会理工学研究科・教授
研究者番号：80159871

(2)研究分担者

青木 洋貴 (AOKI, Hirotaka)
東京工業大学・大学院社会理工学研究科・准教授
研究者番号：00322090

秋葉 隆 (AKIBA, Takashi)
東京女子医科大学・医学部・教授
研究者番号：70184108

鈴木 聡 (SUZUKI, Satoshi)
神奈川工科大学・創造工学部・教授
研究者番号：20586028

顧 秀珠 (GU, Xiuzhu)
東京工業大学・大学院社会理工学研究科・助教
研究者番号：20632615
(平成24年度より研究分担者)

(3)連携研究者

岩淵 匠 (IWABUCHI, Takumi)
東京工業大学・大学院社会理工学研究科・助教
研究者番号：10585136
(平成23年度まで連携研究者)

(4)研究協力者

Henning Boje Andersen
デンマーク工科大学 (Technical University of Denmark)・教授

Peter Jacobsen
デンマーク工科大学 (Technical University of Denmark)・准教授