

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 7 日現在

機関番号：14501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K14048

研究課題名(和文) 経済交易・物資流動データおよび企業間取引データの整合性・補完性およびその統合化

研究課題名(英文) Consistency, complementarity and integration systems between trade-flow and transport-flow data

研究代表者

小池 淳司 (KOIKE, ATSUSHI)

神戸大学・工学研究科・教授

研究者番号：60262747

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：地域間の取引に関するデータは社会製剤分析において非常に重要である。わが国には、地域間産業連関表、全国貨物純流動調査、貨物・旅客地域流動調査などが行政による統計として存在する。一方で民間信用調査会社による企業間取引データの整備が進み、学術レベルで利用可能となっている。本来、地域間取引に関するこれらのデータは同じものを違う角度から計測しているに過ぎず、あるデータから別のデータを推計するとも可能なはずである。そこで、これら4種類の計測手法が異なるデータの整合性・補完性を確認し、それらを統合化することを目的とし、その方法を提案し実行した。さらに、欧州の研究者と協力し、その適用を試みた。

研究成果の概要(英文)：Spatial economic analysis requires an inter-regional trade data as monetary term like Input-Output table. Although the empirical policy study requires the analysis on subdivided area, however, we only have the Input-Output table on the 9 regional data in Japan. Therefore, this research shows the characteristic comparison between statistical data on inter-regional trade/freight data and inter-enterprise data by using simple statistical methods. As a conclusion, we show the inter-regional freight census data by MLIT and inter-enterprise data by TDB is effective index to subdivide into small region. But inter-regional freight census data is only for the prefectural level, inter-enterprise data can be applied at municipality level although we have to solve some problem to apply the model. Also, we make a model to estimate Gross transport data from Net transport data. It will be help us to estimate some inter-regional trade flow on subdivided are.

研究分野：土木計画学

キーワード：地域間交易データ 貨物純流動調査

1. 研究開始当初の背景

定量的事実に基づく土木計画を遂行する上で、地域間の取引に関するデータは非常に重要である。わが国には、商品流通調査による地域間産業連関表、全国貨物純流動調査（物流センサス）、貨物・旅客地域流動調査などが行政による統計として存在する。一方で民間信用調査会社による企業間取引データ（企業ビッグデータ）の整備が進み、学術レベルで利用可能となっている。本来、地域間取引に関するこれらのデータは同じものを違う角度から計測しているに過ぎず、あるデータから別のデータを推計することも可能なはずである。本研究は、これら4種類の計測手法が異なるデータの整合性・補完性を確認し、それらを統合化することを目的としている。ここでの統合化とは、例えば、企業ビッグデータから地域間産業連関表、全国貨物純流動調査および貨物・旅客地域流動調査を推計する手法を提案することを意味している。

2. 研究の目的

上記の背景の下、本研究課題における具体的な目的は2つある。まず、4種類の計測手法が異なるデータの整合性・補完性を確認することである。そのため、様々な集計レベルでその比較検討を行った。次に、物流データの整合性に関しては、純流動データと総流動データの整合性を担保するための交通モデルを構築し、その実証性を確認する。これらの研究が進むことで、それぞれのデータの補完性を確保可能なモデル構築が可能となる。さらに、物流原単位を見直すことで、当初の予定していた、4種類のデータの統合化が可能となる。

3. 研究の方法

本研究の目的は上記のように2つある、まず、各種地域間データの整合性・補完性の確認である。ここでは、地域間産業連関表、全国貨物純流動調査（物流センサス）、貨物・旅客地域流動調査などが行政による統計として存在する。一方で民間信用調査会社による企業間取引データ（企業ビッグデータ）を集計して、その特性を比較することを目的としている。詳細な方法は佐藤啓輔、菊川康彬、小池淳司(2016)に記載の通りであるが、具体的には、物資流動データとして物流センサスおよび道路交通センサス、交易データとして民間企業が整備している企業間取引データに着目し、地域間産業連関表の地域間交易額との特性を比較するとともに、空間スケールを細分化し適用する際の課題と留意点について整理した。その結果、物流センサスデータと道路交通センサスデータでは、その単位の違い、すなわち、純流動データと総流動データの違いがあり、これを整合的に予測可能なモデルが必要となる。そこで、純流動データと総流動データの整合性を担保するための交通モデルの構築を行った。詳細な方法は小池淳司、片山慎太郎、古市英士(2015)に記載の通りであるが、具体的には既存の貨物調査データを用いて、物流拠点を経由する都市間物流モデルの構築を行い、パラメータの推定結果や直接運搬される貨物量の割合等から、輸送機関別・品類別の貨物特性の違いを捉える。さらに、推計値と既存の貨物調査データを比較することで、地域別・OD別の推計精度の検証を行った。

4. 研究成果

以上の方法論に基づき、得られた成果を下記にまとめる。

(1) 各種データの特性のまとめ

まず、各種データの特性を表1~4のようにまとめた。

表-1 交易データの概略

	地域間産業連関表	商品流通調査
整備主体	経済産業省	経済産業省
空間	ブロック	
	都道府県	(民間による推計)
	市町村	(発地ブロック, 着地都道府県)
	- (未整備)	- (未整備)
年次(H2以降)	H2, H7, H12, H17	H23のみ公表(S40から5年毎)
計測手法	推計	アンケート
データ単位	円/年	円/年
対象業種(品類)	全業種 【12, 29, 53部門分類】	製造業 【46品目分類】
サンプル抽出数	(推計データ)	調査数; 26,129事業所(製造業) 回収率(数); 58.2%(15,207事業所) 工業統計調査及び生産動態統計調査の名簿及び個票から、各都道府県の各調査品目の生産規模の大きい事業所の順に生産額の概ね70%~80%をカバーする事業所を抽出 出典: 商品流通調査 HP <sup>2)</sup>
取引調査方法	-	年間取引のうち販売先上位3位までの取引をアンケート票に記載
流動特性	事業所間の純流動(推計)	事業所間の純流動

表-2 物資流動データの概略

		物流センサス	貨物・旅客地域流動統計	道路交通センサス
整備主体		国土交通省総合政策局	国土交通省総合政策局	国土交通省道路局
1-1 空間	ブロック			
	都道府県		(都道府県を23地域に集約)	
	市町村	(オーダメード集計)	-(未整備)	(Bゾーン)
年次(H2以降)		H2, H7, H12, H17, H21	毎年(S38から毎年)	H2, H6, H11, H17, H22
計測手法		ヒアリング(大規模事業所)・アンケートにより調査。特定3日間の取引全てをアンケート票に記載	港湾統計,自動車輸送統計月報等の既往統計を用いて算定。	ヒアリング(オーナーインタビュー)・アンケート(高速OD調査)
データ単位		トン(件)/3日間	トン/年度	台/日(年)
対象業種(品類)		鉱業,製造業,卸売業,倉庫業 【9品類,85品目】【53業種】 公表されている流動データは,品類,品目別の情報のみで業種別の情報は公表されていない。	農林水産(7品目),鉱業(5品目),製造業(20品類) 【計;32品類】	交通量の把握が主目的であるため,業種別のサンプル抽出はされていない。ただし,積載品目(36品類)を把握可能
サンプル抽出数		【全事業所からの抽出率(数)】 鉱業:67.0%(1,161)製造業:13.1%(38,589),卸売業:6.3%(24,068),倉庫業:42.5%(3,303) 【回収率(数)】 鉱業:49.0%(516),製造業:34.4%(13,024),卸売業:27.8%(5,966),倉庫業:50.2%(1,539) ただし100人以上の製造業の事業所の抽出率は鉱業100%(6),製造業78.0%(1,456)。 出典:H17全国貨物純流動調査報告書 <sup>3)</sup>	調査数,貨物営業車(約2,000),貨物自家用車(約1,000) 出典:貨物・旅客地域流動統計HP <sup>4)</sup>	調査対象;車種別調査抽出率;1%程度(市町村別) 出典:国土交通省
流動特性		事業所間の純流動	貨物の施設間流動	自動車の施設間流動

表-3 企業信用調査報告書と企業概要ファイル

	企業信用調査報告書	企業概要ファイル
データ内容	企業信用調査により把握した全データ 仕入先・得意先ともに、上位60社程度のデータが存在	企業概要データ 仕入先・得意先ともに、最大上位5社までのデータが存在
データ整備方法	信用調査依頼が企業から発生した場合にヒアリング調査により把握するデータ(随時更新)	1年に1回、過去に信用調査を実施した企業+TDBが別途調査を実施した企業に対する電話もしくはヒアリング調査により把握するデータ(年次更新)
データ数	企業数;全国約76万社 取引数;約510万B2B取引	企業数;全国約114万社 取引数;約420万B2B取引
データ整備期間	2008年~2015年(7年間) データは随時更新のため直近の年月までに調査されたサンプルのうち最新のデータを活用した分析が可能。ただし、企業によって調査年次が異なる	1993年~2015年(22年間) データは年次更新のため、これまでに蓄積された全企業の最新データを把握することが可能

表-4 企業概要ファイルのデータ整備状況

産業分類	経済センサス <sup>1)</sup>			TDBカバー率	
	全企業数(a)	全事業所数(b)	TDB企業数 <sup>2)</sup> (c)	TDB企業数(c)/全企業数(a)	TDB企業数(c)/全事業所数(b)
農林水産業	18,589	21,163	5615	30%	27%
鉱業	1,891	2,440	1,730	96%	71%
建設業	331,359	388,649	279,810	84%	72%
製造業	277,066	405,909	168,479	61%	42%
食品品・飼料・飲料・たばこ製造業	29,884	54,674	20,931	70%	38%
繊維工業	22,325	29,088	10,573	47%	36%
木材・木製品製造業	7,059	8,811	5,417	77%	61%
家具・装飾品製造業	9,201	11,989	4,381	48%	37%
出版・印刷・パルプ・紙・紙加工品製造業	29,654	38,268	20,510	69%	54%
化学工業	5,535	15,345	4,433	80%	29%
石油製品・石炭製品製造業	501	1,111	400	80%	36%
窯業・土石製品	10,722	16,906	7,917	74%	47%
鉄鋼業・非鉄金属製造業	7,102	11,239	4,875	69%	43%
金属製品製造業	36,573	46,909	20,364	56%	43%
一般機械器具製造業	48,932	70,306	29,041	59%	41%
電気機械器具製造業	22,249	34,952	14,141	64%	40%
輸送用機械器具製造業	11,626	17,544	5,628	48%	32%
その他の製造業	35,703	48,767	1,958	56%	41%
商業	473,350	828,580	320,065	68%	39%
1次産業+2次産業+商業の合計	1,102,165	1,646,741	776,340	70%	47%

<sup>1)</sup>H21経済センサス、<sup>2)</sup>H17TDB企業概要ファイル

次に、それらを集計したものの相関分析を行った、その結果は以下のとおりである。比較に当たっては、地域間産業連関表と物流センサス、地域間産業連関表と道路交通センサスをまず行った。

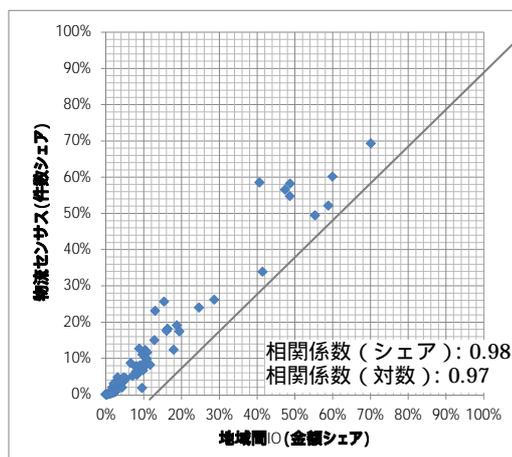


図-1 9 ブロックにおける地域間産業連関表(金額シェア)と物流センサス(件数シェア)の比較

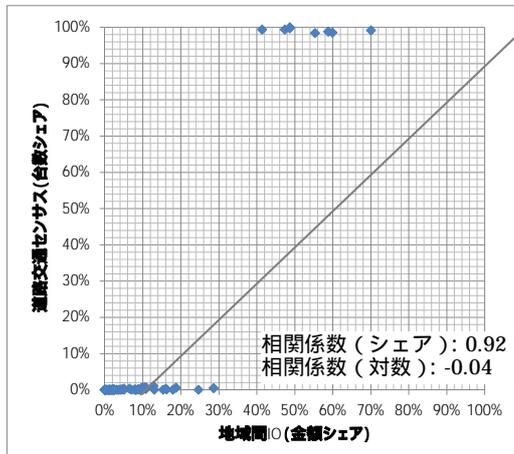


図-2 9ブロックにおける地域間産業連関表（金額シェア）と道路交通センサス（台数シェア）の比較

その結果、純流動を対象とした物流センサスは高い相関がある一方、総流動である道路交通センサスは低い相関となった。次に、物流センサスと企業間取引データの比較を行った。

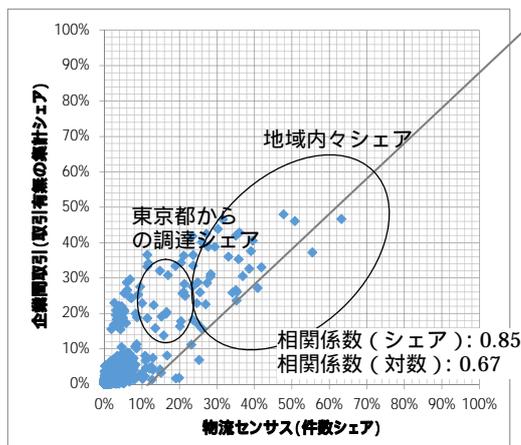


図-3 47都道府県における物流センサス（件数シェア）と企業間取引（取引有無の集計シェア）の比較

その結果は、企業データの特性上、本社機能が集積する東京都からの調達シェアが多い結果となった。

### (2) 純流動と総流動の統合モデル

我々の目的の一つは、企業取引データと総流動データから、地域間取引のデータを作ることである。そのため、総流動データから純流動データを予測するために物流拠点を経由する都市間物流モデルの構築を行った。これは、オランダのTUDelftおよびTNOとの共同研究で行い、日本のデータを我々が解析し、一方、ドイツ、オランダのデータは欧州の研

究者が解析を担当した。ここでは、そのモデルと結果を示す。まず、モデルは概略は、生産地から消費地へ直接運搬される貨物（以降、PC flow）、生産地から経由地へ運搬される貨物（以降、PD flow）、経由地から消費地へ運搬される貨物（以降、DC flow）をそれぞれ推計する。ただし、本稿で構築する都市間物流モデルでは、生産地から消費地への1つの移動に対して1経由地のみを想定したモデル構造となっているため、例えば経由地から経由地へ運搬されるような複数のトリップチェーンを想定していないモデル構造となっている。現実の物流を想定した場合、これらの経由地間の貨物移動を考慮することが望ましいと考えられるが、貨物の各トリップチェーンを詳細に把握可能なデータは、一般的には入手不可能であるため、どの程度のトリップチェーン数（経由地数）を想定するべきかの判断は難しいと考えられる。またオランダでの検討7)でも、本稿で構築するモデルと同様に、1経由地のみを想定したモデル構造となっており、使用するデータの条件は異なる

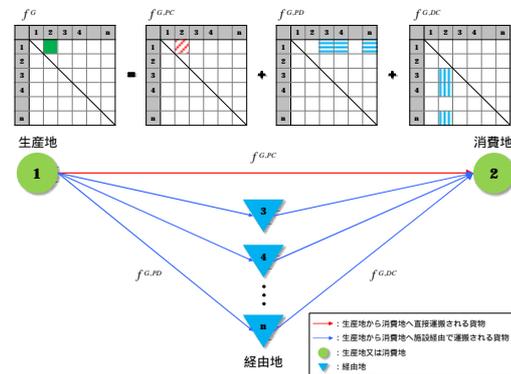


図-4 モデル概略

るものの、既存の検討結果との比較を行うためには、モデルの前提条件の整合を図る必要がある。よって、本稿では、1経由地のみを想定した都市間物流モデルを構築するものとし、経由地間の貨物移動を考慮したモデルの拡張は、データ入手による物流実態の把握も含め、今後の課題としたい。

なお推計時においては、地域内々の影響が大きいものと推察されるため、本稿では地域内々の貨物取引は考慮しないものと想定する。つまり、PC flowでは生産地と消費地が、PD flow・DC flowでは生産地・経由地・消費地がそれぞれ異なる地域となるようにモデルを構築する。

モデルの定式化においては、以下のサフィックスを導入し、地域内々の貨物取引は考慮しないものとする。

$$\text{地域: } n \in \{1, 2, \dots, i, \dots, j, \dots, l, \dots, k, \dots, 47\}$$

$$i \neq j \neq l$$

$$\text{品類: } m \in \{1, 2, \dots, 9\}$$

a) PC flow の選択確率

地域  $i$  から地域  $j$  へ運搬される総貨物量に対する PC flow の選択確率を、式(1)のロジットモデルで定式化する。なお、本稿では、所要時間以外に地域の経済規模として、GRP10) を考慮し、経済規模の考慮の有無による推計精度について比較を行う。これは、所要時間のみを変数とした場合、当然ながら地域間の所要時間が短い地域ほど物流拠点・消費地等の選択が行われるようになるが、貨物運搬の地域選択は必ずしも所要時間のみ起因するわけではない。例えば、ハブ・アンド・スポーク型の物流に代表される近年の輸送形態は、大型配送拠点をハブとし、荷物を集中させ仕分けする効率的な配送が行われており、大型配送拠点の集積メカニズムが働いているものと推察される。また、地方都市では隣接する地域よりも東京都や大阪府といった人口の多い大消費地を最終消費先として選択する可能性も考えられる。よって本稿では、貨物運搬の地域選択要因に、集積メカニズムの代替として経済規模を考慮し、所要時間のみを要因としたモデルによる推計値と比較を行う。

$$\gamma_{i,j,1}^m = \frac{Y_i^m e^{-\beta^m V_{i,j,1}^m}}{Y_i^m e^{-\beta^m V_{i,j,1}^m} + Y_k^m e^{-\beta^m V_{i,j,2}^m}} \quad (1)$$

ただし、 $\gamma_{i,j,1}^m$  : 地域  $i$  から品類  $m$  を地域  $j$  へ直接運搬する貨物の選択確率、 $Y_i^m$  : 地域  $i$  での品類  $m$  の域内総生産、 $V_{i,j,1}^m$  : 地域  $i$  から品類  $m$  を地域  $j$  へ直接運搬する効用値、 $V_{i,j,2}^m$  : 地域  $i$  から品類  $m$  を地域  $j$  へ物流拠点を經由して運搬する効用値、 $\beta^m$  : 品類  $m$  の感度パラメータ

次に、式(1)のロジットモデルの効用関数を、式(2)および式(3)で定義する。

$$V_{i,j,1}^m = \ln e^{-\alpha_{i,j,1}^m} \quad (2)$$

$$V_{i,j,2}^m = \ln \sum_{k=2}^{n+1} e^{-\alpha_{i,j,k}^m} \quad (3)$$

ただし、 $t_{i,j,1}$  : 地域  $i$  から地域  $j$  へ直接運搬される貨物の所要時間、 $t_{i,j,k}$  : 地域  $i$  から地域  $j$  へ物流拠点  $k$  を經由する貨物の所要時間、 $\alpha^m$  : 品類  $m$  の感度パラメータ

b) PD flow および DC flow の選択確率

式(1)および地域  $i$  から地域  $j$  へ物流拠点  $l$  を經由する貨物の所要時間から、PD flow および DC flow の選択確率を式(4)で定式化する。なお、地域  $i$  から地域  $j$  へ運搬される貨物の選択確率は、必ず式(5)を満たすものとする。

$$\gamma_{i,j,l}^m = \frac{Y_l^m e^{-\alpha^m t_{i,j,l}}}{\sum_{l=2}^{n+1} Y_l^m e^{-\alpha^m t_{i,j,l}}} (1 - \gamma_{i,j,1}^m) \quad (4)$$

$$\sum_{l=1}^{n+1} \gamma_{i,j,l}^m = 1 \quad (5)$$

ただし、 $\gamma_{i,j,l}^m$  : 地域  $i$  から品類  $m$  を物流拠点  $l$  を經由し地域  $j$  へ運搬される貨物の選択確率  
c) 貨物量の推計

式(1)および式(4)で算出した選択確率に、純流動データを乗じることで、PC flow、PD flow および DC flow を推計する。

$$f_{i,j}^{G,PC,m} = Z_{i,j}^m \times \gamma_{i,j,1}^m \quad (6)$$

$$f_{i,j}^{G,PD,m} = \sum_{k=1}^n (Z_{i,k}^m \times \gamma_{i,k,l \in DCin j}^m) \quad (7)$$

$$f_{i,j}^{G,DC,m} = \sum_{k=1}^n (Z_{k,j}^m \times \gamma_{k,j,l \in DCini}^m) \quad (8)$$

$$f_{i,j}^{G,m} = f_{i,j}^{G,PC,m} + f_{i,j}^{G,PD,m} + f_{i,j}^{G,DC,m} \quad (9)$$

ただし、 $f_{i,j}^{G,PC,m}$  : 地域  $i$  から品類  $m$  を地域  $j$  へ直接運搬する貨物量、 $f_{i,j}^{G,PD,m}$  : 地域  $i$  から品類  $m$  を物流拠点  $j$  へ運搬する貨物量、 $f_{i,j}^{G,DC,m}$  : 物流拠点  $i$  から品類  $m$  を地域  $j$  へ運搬する貨物量、 $f_{i,j}^{G,m}$  : 地域  $i$  から品類  $m$  を地域  $j$  へ運搬する総貨物量の推計値、 $Z_{i,j}^m$  : 地域  $i$  から地域  $j$  の品類  $m$  の純流動データ

このようなモデルをもとに実証分析を行った結果が Figure5 に示すとおりである。

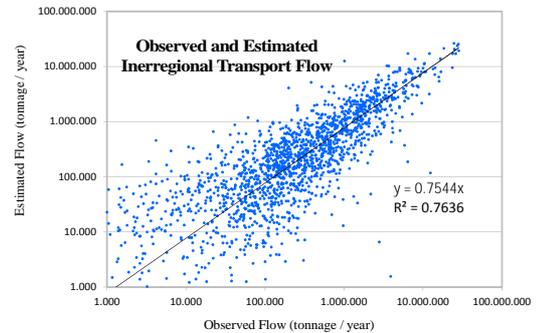


FIGURE 5. LCM model calibration result on Japanese inter-facility flow and transport data, observed and estimated total transport OD flows

この結果は、欧州各国と比較しても比較的良好であり、日本の交通データの信頼性の高さとモデルの適合性の高さを示している。

以上が本研究で得られた結果であるが、今後、これらの結果を精査し、当初の目的である、4 種類の計測手法が異なるデータの整合性・補完性を確認し、それらを統合化することを目的としている。ここでの統合化とは、例えば、企業ビックデータから地域間産業連関表、全国貨物流動調査および貨物・旅客地域流動調査を推計する手法を提案することを行う。

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)

Igor. Y. Davydenko  
TNO • Researcher

〔雑誌論文〕(計2件)

佐藤啓輔, 菊川康彬, 小池淳司, 交易・物資流動に関する既往統計と企業間取引データの特性比較, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.72, No.5 (土木計画学研究・論文集第33巻), I\_201-I\_211, 2016.  
[http://doi.org/10.2208/jscejipm.72.I\\_201](http://doi.org/10.2208/jscejipm.72.I_201)

小池淳司, 片山慎太郎, 古市英士, 物流拠点を經由する都市間物流モデルの構築, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 71 (2015) No. 5, I\_533 – I\_545.  
[http://doi.org/10.2208/jscejipm.71.I\\_533](http://doi.org/10.2208/jscejipm.71.I_533)

〔学会発表〕(計1件)

I.Y. Davydenko, H. Friedrich, M. Thissen, A. Koike, L.A. Tavasszy, Approaches for modelling of distribution centers in freight transport models, Proceedings of 14<sup>th</sup> World Conference on Transport Research, July 2016, Shanghai, China

〔図書〕(計0件)

〔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 なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

小池 淳司 (KOIKE, ATSUSHI)  
神戸大学・大学院工学研究科・教授  
研究者番号: 60262747

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし

(4)研究協力者

Lori. A. Tavasszy  
TU Delft • Professor