

通勤近郊車両におけるユニバーサルデザイン(UD)車内設備の開発史 — UD手すり・UD吊手・UDスペース—

Technological History on Universal Designed Interior Equipments for Commuter Vehicles
— UD Handrail, UD Strap, and UD Space —

齊藤和彦 Kazuhiko SAITO
松岡茂樹 Shigeki MATSUOKA

本稿では、近年採用例が急増している、通勤近郊車両のユニバーサルデザイン(UD)車内設備の開発史について述べる。ロングシート部におけるUD手すり・UD吊手、車いすやベビーカー利用者のためのUDスペースを例として、車内観察による移動制約者視点での使いにくさの気づき、使いやすい車内設備のコンセプト、人間工学実験における使いやすさの定量的検証という開発経緯を紹介するとともに、今後の展望を述べる。

This paper describes on the technological history of Universal Designed (UDeD) interior equipments for commuter vehicles. The UD handrails and UD straps installed in the longitudinal seat section and the UD space for users of wheelchairs and baby carriages are discussed. At first, the difficulty of use of existing equipments was recognized by the viewpoint of disabled passengers. Then the concept for improving the usability was invented and the usability of the UDeD equipments verified quantitatively by ergonomic experiments.

1 はじめに

日本の高齢化が進む中、移動制約者と呼ばれる人の割合は、確実にその数を増やしている。働く女性の支援、特に子育てを支援する方針が日本政府によって表明され、通勤車両の中にベビーカーが珍しくない時代になることが予想された。

移動制約者には、身体能力が低下している高齢者、妊産婦、視覚や聴覚障害者、病人やけが人、車いす利用者、ベビーカー利用者や幼児・小児、重い荷物を持った人、日本語の情報が得られない外国人、泥酔者など、非常に多くの種別があり、健常者であっても移動制約者になりうる割合は今後も増える。今までは問題とされなかった通勤近郊車両の車内設備でも、移動制約者には非常に使いにくいことが少なくなかった。

当社でのユニバーサルデザイン(UD)研究は、その概念が日本に紹介され広まってきたころから調査をはじめていた。2004年からは、健常者と各種の移動制約者を含むすべての人に使いやすくするため、通勤近郊車両のUD化の研究^{(1)~(4)}を、鉄道総研と実施した。

鉄道車両にUDの概念を導入するにあたり、試行錯誤が行われ、研究開発へとつながることとなった。UDの定量化評価指標である鉄道車両のUD7+1原則⁽¹⁾により、使いやすさが既存品よりも向上したことが客観的かつ定量的に検証された場合にのみ、UDを冠する

ことができると考えた。

UD化には、潜在的な使いにくさへの気づきと、できる限り多くの人に配慮した設計コンセプト構築とアイデアの具現化、試作品を用いた人間工学実験による使いやすさの定量的検証が非常に重要である。

本稿では、ロングシート部のUD手すり⁽²⁾⁽⁴⁾と吊手高さのUD化⁽²⁾⁽⁴⁾、ベビーカー・車いす共用のUDスペース⁽³⁾について、観察と気づき、UD化コンセプト構築、実際の研究開発の経緯と実用化を振り返る。

2 車内観察によるUD化の気づき

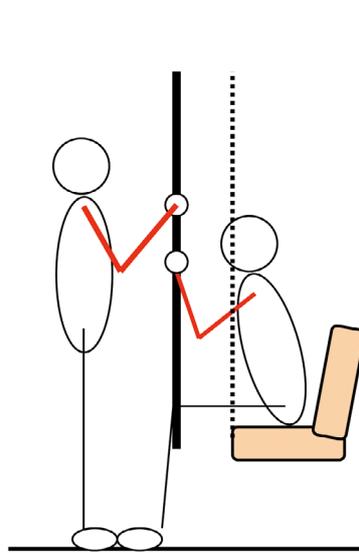
2.1 身長の高い方の使いにくさ

筆者が小学生ぐらいのころ、一人で電車に乗るなどということはなかったのではないかと記憶している。

その時の電車の車内設備がどれほど使いにくかったのか記憶にはない。記憶にあるのは、一緒に乗車した大人につかまって揺れをしのいでいた記憶ぐらいだろうか。実際に通勤近郊車両のUD化を行うに際しては、あらゆる人の立場に立って、使いにくさや、バリアを見つけ出し、対処していかなければならないが、自ら体験していなければ、なかなかイメージしづらい。そこで、それらを見つけ出すために通勤近郊車両の車内で、子供やお年寄りなどの移動制約者を中心に、車内設備品の利用形態を観察するようになった。



a) 気づき：手が届かない
 男児が腕を伸ばし手すりを保持。
 男児の足は、座位客のスペース
 (座席前縁から 250mm) にある。



b) 着想：手すりを前に出す
 立位客の保持、座位客の立上り
 補助の両方で、力が入れやすい。

である。この男児が座席前の手すりにつかまるには、足を座位客のフットスペース（座席前縁から 250mm）に踏み込まなければならない。

身長の高い方の使いやすさに配慮して、手すりを前に出すとともに、吊手を下げるべきだと着想した。それはすべての人に使いやすくなるはずである。

しかし、手すりは前に出すことで、立位客でも座位客でも使い易くなりそうだが、吊手の場合は、下げることによって、使いにくくなったり、邪魔になったりする可能性が高くなる。そこで、吊手高さの実験を行い、最適値を導き出せないかと試みた。

図 1 手すりの使いにくさの気づきと着想⁽⁵⁾

小柄な女性の場合、吊手につかまれないこともないが、つかまりにくいのか袖仕切の手すりにつかまる姿が目についた。立ち位置にもよるがしっかりつかめない場合は、腕が伸びきっていて、よろける場面もあったので、決して安心してつかまっている印象ではなかった。

女性よりも低身長の小学生ぐらいならば、どうなるのであろうか。そこで、実験してみたのが、図 1 の a)

2. 2 ベビーカー利用者の使いにくさ

今から 20 ~ 30 年前に、車いすスペースを設置した車両が導入され始めた。その頃ベビーカーが鉄道車両で、どれほど利用されていたのか定かではないが、当時はベビーカーを畳んで乗車するのがマナーとされていたように思う。つい最近まで、日本の鉄道車両にはベビーカーを畳まずに乗車するという文化は存在しなかったように思う。国の方針が出て、初めてベビーカーに



a) ドイツ鉄道
 ベルリン S-Bahn
 折り畳みロングシート
 共用スペースの実例



b) スイス連邦鉄道
 近郊電車 Flirt
 車いす利用者の明示



c) UD スペースピクトグラム
 上：UD スペース開発時 (2006)
 下：国土交通省の指針 (2013)

図 2 移動制約者視点の欠如の気づき⁽⁵⁾

子供を乗せたままで乗車してもよい雰囲気になってきた。それまでは、ベビーカーの居場所は鉄道車両にはなかったと言っている。このことは、鉄道総研によるベビーカー利用者調査からも裏付けられた。

図2 a) に示すドイツの実例から、車いすとベビーカーのスペース共用化の確信を得る。

図2 b) に示すスイスの標記では、車いすというモノと、車いすに乗ったヒトとが、明確に描き分けられている。

車いすというモノのためのスペースではなく、車いす利用者というヒトのためのスペースであるべきであり、ヒトの観点が欠落していたことに気付く。

車いす・ベビーカーというモノの視点ではなく、その利用者と同伴者というヒトの視点から設計した、移動制約者が共用できるユニバーサルスペース（UDスペース）という着想を得た。

3 ロングシート部のUD手すり・UD吊手の開発と実用化

3.1 UD化コンセプト構築

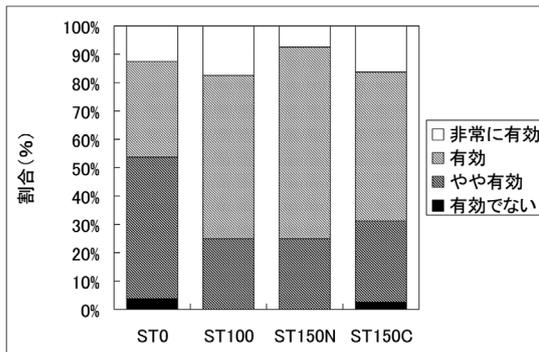
3.1.1 UD手すりのコンセプト

ロングシート部の座席前縁と荷棚前棒を連結する手すりには、以下の3機能がある。

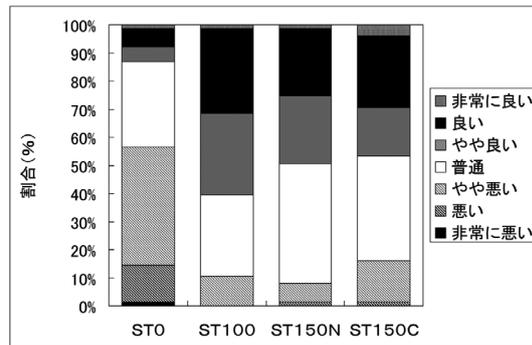
- ① 定員着座のための座席区分
- ② 立位客の保持



(記号) ST : STanchion pole, 数字 : 座席前縁からの距離、C : 着色ラバー巻



a) 立位の姿勢保持の有効性



b) 座位からの立上り補助の有効性

図3 UD手すりの有効性検証⁽⁵⁾

③ 座位客の立ち上がり補助

図1 b) に、UD手すりのコンセプトを示す。

現行の座席前縁から直立する手すりでは、大人にとっても、立位客には遠すぎ、座位客には近すぎて、力が入れにくいと考えた。

そこで、手すりを前に出せば、身長の高い方だけではなく、一般健常者や高齢者を含む多くの乗客の使いやすくなると考えた。ただし、手すりを前に出し過ぎるとかえって使いにくくなることから、最適値が存在すると予想した。

3.1.2 吊手高さのUD化

吊手は室内のパイプからベルトによって繋がれており、フリーの状態ではぶら下がることにより、人と干渉しても危険のないようにできている支持具である。

このように吊手は、支持具としては安定感に欠け、乗車するには邪魔な存在であるとも言え、海外では設置されていない車両もあるが、日本の通勤車両には欠かせない支持具である。UD研究における考察では、ハンモックのように揺られる感覚が、日本人に好まれるのではないかと予想した。

吊手の高さを低くすれば、つかまることができる人の数は増えるが、高身長の人には使い勝手が悪くなる。また、座位客の立ち座りに支障をきたす。



a) UD 手すり公開実験 (2005)



b) UD 手すり実用化 (2006)



JR東日本 E233系

図4 UD手すりの公開実験と実用化⁽⁵⁾

手すりと同様、吊手の高さについても最適値が存在するのではないかと予想した。

3. 2 研究成果と実用化

人間工学的実験により、手すりおよび吊手の位置寸法の最適値および推奨値を求めた。

3. 2. 1 UD手すりの経緯

手すり位置の最適値を、人間工学的実験により求めた。座席前縁からの寸法をパラメータとした予備実験により、100mm以上で有効、150mmが最適値、200mmでは座客の膝から前に出ることがわかる。

図3に試作したUD手すりと、定量評価結果を示す。従来のST0(座席前縁位置)に対し、100mm出したST100、150mm出したST150では、立位の姿勢保持の有効性、座位からの立上り補助の有効性ともに大幅に改善していることが検証された。

図4a)に示す、学識経験者と鉄道事業者を招いて実

吊手高さ別にみた推奨範囲外となる人の割合(L275)

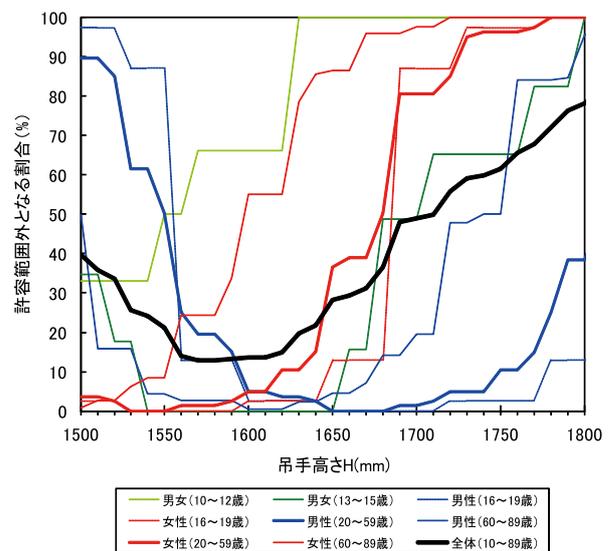


図5 UD吊手の実験データ⁽⁶⁾⁽⁷⁾



a) 吊手高さのUD化公開実験(2005)



b) 吊手高さのUD化実用例(JR東日本 E233系)



図6 吊手高さの公開実験と実用化

施した公開実験を行い、実用化に向けた課題を抽出し、設計的な微調整と追加評価を行った。

図4b)にUD手すりの実用化例を示す。東急電鉄5000系2006年度増備車で初採用され、お客様の声で高い評価を得る。JR東日本E233系では、手すりの握りやすさで高評価となった、ディンプルによる滑り止めと着色による視認性向上を図ったUD手すり⁽⁴⁾が初採用された。

UD手すりは各鉄道事業者に相次いで採用され、日本人間工学会から「平成24年度 人間工学グッドプラクティス賞 最優秀賞」を受賞する。

3. 2. 2 吊手高さのUD化

吊革の長さや吊手高さをパラメータとし、吊手高さの推奨値を求めた。図5は、吊革と吊手の長さ(L)が275mm(L275)のとき、吊手を高さ別にみて、推奨範囲外になる人(吊手を使いにくいと思う人)の割合が最小となるという考え方より、実験データをグラフ化したものである。このグラフから、1段のものは1630mmを、2段のものは1580mmと1680mmを推奨値とした。

しかしながら、実験での被験者へのアンケートでは、吊手が2段にすることは推奨するものの、高身長者ほど目障りに感じる割合が高いことや低い吊手が空いていないと高い吊手を選ばざるを得ないといった選択上のリスクなどから、2段吊手の高さに関しては、研究

の余地が残った。

この実験データは、交通バリアフリー整備ガイドラインの平成19年度改訂版⁽⁶⁾にも、掲載されている。

図6に公開実験の様態と実用化の事例を示す。JR東日本E233系の室内の吊手は一般座席前が1630mmで、優先座席前などが1580mmの身長の方の低い方に対応したものとなっており、UD実験で得られた高さ寸法となっている。

4 UDスペースの開発と実用化

4. 1 UD化コンセプト構築

ベビーカーに乗っている利用者(乳幼児)は健常者のように歩行できない。自力で歩行できない乗客の補助具という点からは、ベビーカーと車いすは何ら変わるところはない。

車いす利用者とベビーカー利用者を含む移動制約者の概念として、車輪(ホイール)系移動制約者ということにする。

車輪(ホイール)系移動制約者と同伴者の視点から、使いやすい空間を設計する。

乳児は視界から親が消えると、いなくなったと認識して泣くことがある。乳児の視点からは、視界の中に親が見える状態が、安心できる条件と考えた。

車いす・ベビーカー利用者と同伴者が、目と目が合う安心感というコンセプトを得る。そこで、車いす・ベビー



a) UDスペース立位タイプ

車いす利用者と同伴者が正対
車いす利用者：下手すり
同伴者腰掛け：両手すり



b) UDスペース立位タイプ

ベビーカー利用者と同伴者が正対
ベビーカー固定：上手すり
同伴者腰掛け：両手すり



c) UDスペース着座タイプ

ベビーカー利用者と同伴者が正対
折り畳み腰掛ボックスシート

2段手すり：上手すり：H=950mm、下手すり：H=700mm

図7 移動制約者と同伴者が正対するUDスペース⁽⁵⁾



図 8 UDスペースの公開実験と実用化⁽⁵⁾

カー利用者と同伴者が、正対して乗車できる空間を構成した。

図 6a) に示すように、車いす利用者とベビーカー利用者を共用化したUDスペース立位タイプと、健常者とベビーカー利用者を共用化したUDスペース着座タイプの、2種類を設計・検証した。

従来の車いす利用者のためのスペースを、ベビーカー利用者と共用するコンセプトが、UDスペース立位タイプである。

従来の1本の手すり(H=800mm)を、車いす利用者に適した下手すり(H=700mm)と、ベビーカーハンドル固定に適した上手すり(H=950mm)の2段手すりとした。2段手すりは、同伴者が腰を掛けるために適した寸法とした。同伴者は成人女性である確率が高いと考え、成人女性に適した寸法とした。

図 7a) は車いす利用者と同伴者が正対、図 7b) はベビーカー利用者と同伴者が正対、それぞれ目と目が合っている状況を示す。

従来のボックスシートを折り畳み座席にして、健常者とベビーカー利用者とを共用化するコンセプトが、UDスペース着座タイプである。

図 7c) は、座先を折り畳むことで、ベビーカーに乗った乳幼児と同伴者が正対して着座、目と目が合っている状況を示す。

現状のスペースに比べて非常に高い評価を得た。

学識経験者および鉄道事業者への公開実験とフィードバックを経て、図 8b) の東急電鉄池上・多摩川線の新車7000系から実用化される。UDスペース立位タイプの2段手すりは提案のまま、UDスペース着座タイプのコンセプトは固定3人掛ボックスシートとなり、ベビーカー利用者が保護者と正対するスペースが確保されている。

ベビーカースペースではなく、ベビーカー利用者の乳幼児のためのスペースという視点から、図 7c) 上段の乳幼児とベビーカーを描き分けたピクトグラムを提案した。図 2c) 下段は国土交通省の指針で、同伴者・乳幼児・ベビーカーが明確に描き分けられている。

識者や業界団体から構成された「公共交通機関等におけるベビーカー利用に関する協議会」から、“公共交通においてベビーカーはたまたまに利用できる”という指針が出された⁽⁷⁾。



東京都交通局 10-300 形

京王電鉄 5000 系

図 9 当社における UD 手すりの例

4. 2 研究開発の経緯

図 8a) に示すUDスペースの有効性を人間工学実験で検証し、



東京都交通局 10-300 形



静岡鉄道 A3000 形

図 10 当社における UD 吊手の例

その指針を受けて、鉄道車両では、車いすスペースがベビーカースペースとして共用されることを前提に、ベビーカーマークの併記を始め、ベビーカーが利用しやすい車両環境を整える動きが活発化してきている。

この指針が示されたことにより、前述のUD化の研究成果が本格的な実用化に向けて動き出した。

5 次世代車両sustinaへの展開

当社における次世代ステンレス車両sustinaにおいては、UD車内設備は標準的に採用されている。

すでに広く使われているUD手すりの最近の傾向とし

ては、図9の事例のように、優先席の一部に採用されていた着色手すりを一般部にも採用した手すりや、表面を電界処理による梨地仕上げにした手すりなどがある。鏡面仕上げのみであった表面仕上げも、UD研究で行った、すべりにくいものを採用する方向になってきた。

吊手の高さに関しては、各事業者では、未だに試行錯誤が繰り返されているが、図10の事例のように、2段手すりを採用し、身長の高い方の利便性をあげているところもある。

すっきりしない見栄えの問題は、1つで高低それぞれ好みの高さを選んで掴める2段吊手を開発した。高さが100mm違う2つのバーがあり、低い位置に設置するため、ぶつかっても危険の少ないアールの大きな丸形状としている。さらに、つり革との取り付け部分を工夫することで、吊方向も90度変えられ、各事業者がどちらか好きな方を選んで設置が可能となっている。

2015年静岡鉄道A3000形に初採用され、昨年には関東鉄道5010形にも採用された。静岡鉄道は立位者から良く見え、とっさにつかまりやすいように横向きに設置したが、関東鉄道では一般的な三角吊手と同じように縦向きに設置されており、各社の個性が発揮されていて興味深い。

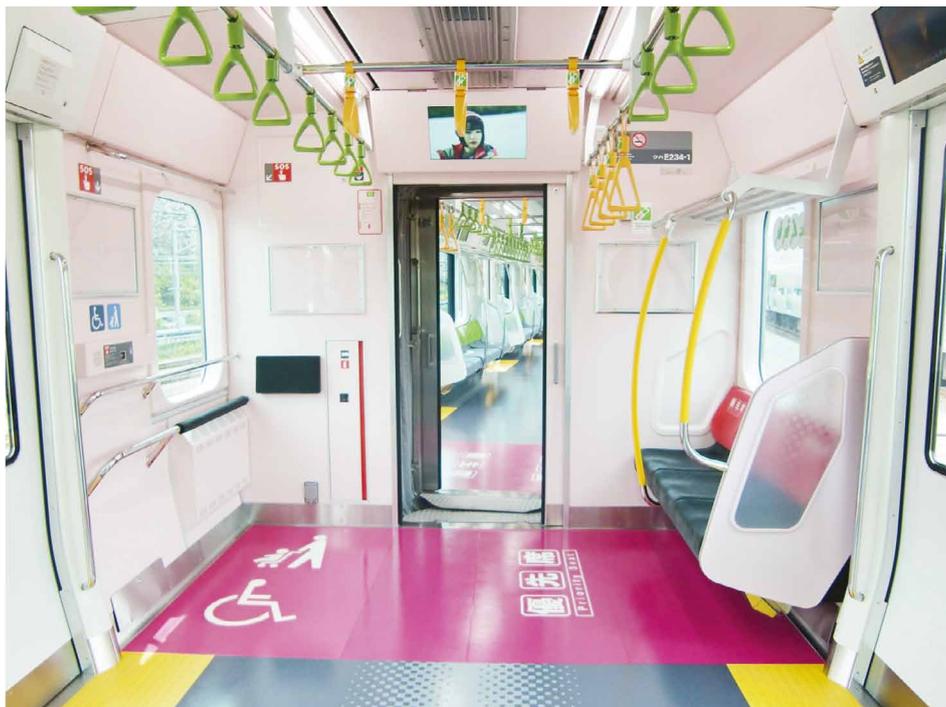


図 11 sustina における UD スペースの例 (JR 東日本 E235 系)

UDスペースに関してはベビーカーの存在が認識されると、様々なタイプのUDフリースペースが各社から登場してきた。1両に1箇所のフリースペースを各車両に設けるタイプや、比較的ひろいスペースを、編成に1カ所、ないしは2カ所設置するタイプなどである。どちらが良いかは、駅施設との兼ね合いもあるので、それを考慮しなければならないが、理想的にはエレベータの近くに設定され、ベビーカーでも使い易い場所を推奨している。

6 まとめ

sustinaシリーズのさらなるUD化は、少子高齢化社会のこれからの日本で、減少傾向にある鉄道利用者対策として最も有効な方策であると考えられる。

今後増え続ける高齢者に、鉄道車両をいかに利用してもらうのか、さらには、自動車利用の多いベビーカー利用者やファミリー層を新たな顧客として取り込んでいくのか、今後のUDの発展いかにかかっている。

本稿では、現在広く使われているUD手すり・吊手とUDスペースの技術史を紹介した。車内における観察から導かれた使いにくさへのUD的気づきがあり、それを専門的な観点から真剣に議論し、コンセプトを構築し、設計し、人間工学的実験で検証することによって、現在のUD車内設備は実用化され、普及してきた。これらの車内設備は、UD研究開発チームの諸氏、とくに鉄道総研の鈴木浩明氏、斎藤綾乃氏、元東急車輛製造(株)の平井俊江氏の熱意とチームワークなくしては、実用化には至らなかった。誌上をお借りして、心からの謝意を示したい。

参考文献

- (1) 平井俊江, 他:「通勤近郊車両のユニバーサルデザイン化の研究-第1報 鉄道車両のUD7+1原則-」, 東急車輛技報, No.55, 2-10, (2005), 東急車輛製造(株)
- (2) 松岡茂樹, 他:「通勤近郊車両のユニバーサルデザイン化の研究, 第2報 UDロングシート部の人間工学実験」, 東急車輛技報, No.55, 11-24, (2005), 東急車輛製造(株)
- (3) 平井俊江, 他:「通勤近郊車両のユニバーサルデザイン化の研究-第3報 移動制約者共用スペースの人間工学実験-」, 東急車輛技報, No.56, 18-31, (2006), 東急車輛製造(株)
- (4) 平井俊江, 他:「通勤近郊車両のユニバーサルデザイン化の研究-第4報「握りやすい支持具」の人間工学実験-」, 東急車輛技報, No.57, 22-31, (2007), 東急車輛製造(株)
- (5) 松岡茂樹:「通勤近郊車両のUD手すりとUDスペース 気づき・コンセプト・研究開発の経緯」, JREA, 第53巻11号, 43-46, (2015), (一社)日本鉄道技術協会
- (6) 斎藤綾乃, 他:「通勤近郊列車のつり革高さと手すり位置の検討」, 人間工学, Vol.42, No.1, 9-21, (2006), (一社)日本人間工学会
- (7) 国土交通省, 公共交通機関等におけるベビーカー利用に関する協議会,
http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/barrierfree/sosei_barrierfree_fr_000043.html

著者紹介



斎藤和彦

生産本部

技術部 (デザインセンター) 主任技師



松岡茂樹

技術士 (機械部門), 日本機械学会フェロー

生産本部

技術部 部長 (開発企画)