

線路勾配 20‰の急勾配区間に設置する鉄道新駅の計画・設計・施工管理

全日本コンサルタント(株) 技術部 奥平 敬
神尾 正
津田 直幸
○中村 優孝

論文要旨

伊賀鉄道伊賀線の桑町駅～猪田道駅間に計画された新駅（四十九駅）が2018年3月に開業を迎えた。新駅設置区間の線路勾配は、鉄道事業法に基づく整備許可基準値を超過していたが、勾配変更は隣接家屋や道路への影響等の理由により困難であった。そこで、土木分野での対策ではなく軌道構造等の鉄道分野を主として、車両の過走対策等の保安対策を講じ、結果、特別許認可のもと、勾配変更を行うことなく新駅が整備された。

本稿では、新駅基本計画、実施設計から施工管理に至るまでの概要について報告する。

キーワード：新駅設置、駅需要量予測、費用便益分析、駅施設計画、鉄道近接

まえがき

伊賀鉄道伊賀線は三重県伊賀市中心部と近鉄大阪線、J R 関西本線を結び、市の公共交通ネットワークの軸として、また、J R 関西本線や近鉄大阪線から観光客を繋ぐツールとして、今後の市のまちづくりに欠かすことのできない路線である。このたび、伊賀線の存続・活性化や地域振興等のため、地域からの要望を受け、桑町駅～猪田道駅間に新駅が整備されることになった。新駅設置区間の現況線路勾配は 20‰であり、鉄道事業法に基づく整備許可基準の標準勾配 5‰を大きく上回っている。しかし、線路勾配の変更は隣接する家屋や道路への影響、また、工事費が高額になることが課題であった。

そこで、土木分野での対策ではなく軌道構造等の鉄道分野における対策を主として、車両の過走対策等の保安対策を講じ、結果、特別許認可のもと、線路勾配を変更せず、新駅を設置することができた。

弊社は、新駅基本計画、実施設計から施工管理に至るまでを一貫して行った。以下にその概要について述べるものとする。

1. 新駅整備に至る背景

伊賀市では、伊賀市地域公共交通網形成計画に基づき、市民の移動手段である公共交通の維持・活性化に取り組まれている。

伊賀鉄道伊賀線については、沿線人口の減少等により事業環境は悪化し、従来の事業形態による運行の継続が困難な状況となっていた。そのような中、形成計画では、伊賀線を市の公共交通ネットワークの軸として、また、J R 関西本線や近鉄大阪線から観光客を繋ぐツールとして、今後の市のまちづくりに欠かすことのできない路線とし、2017 年 4 月、伊賀線の事業形態を「地域公共交通の活性化及び再生に関する法律」による鉄道事業再構築事業に基づく公有民営化方式に移行し、鉄道として維持存続を図ることとした。新駅整備は、伊賀線の存続・活性化や地域振興等のため、地域から要望を受け、鉄道事業再構築事業として計画されたものである。

2. 新駅基本計画

2-1 新駅が整備される四十九町（しじゅくちょう）

新駅が整備される四十九町の人口は約 1400 人であり、町の中央を伊賀鉄道伊賀線が縦断している。1944 年（昭和 19 年）までは町のほぼ中央付近に四十九駅が存在したが、第二次世界大戦等の影響もあり、翌 1945 年（昭和 20 年）に営業が休止となり、そのまま再開されることがなく、1969 年（昭和 44 年）に廃止された。

四十九町周辺に現存する桑町駅、猪田道駅の駅間は約2.2kmであり、桑町駅は町の北端に位置し、猪田道駅は町外となっている。しかしながら現在の四十九町には三重県伊賀庁舎があり、平成31年1月には伊賀市新庁舎が完成した。他にも伊賀警察署や大型商業施設（イオンタウン）があり、公共・公益施設が多数立地している。（図-1）

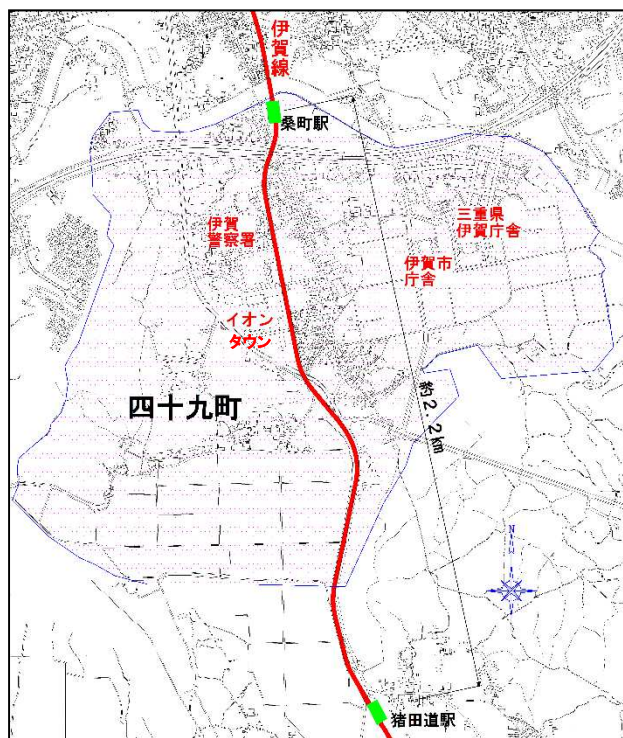


図-1 四十九町 周辺状況

2-2 新駅整備位置の検討

前述した公共・公益施設と伊賀線を結んだ交点には桑町第3号踏切道があり、その周辺を新駅整備位置と設定した。

桑町第3号踏切道周辺の状況は以下のとおりであった。（図-2）

○北西には工場が現存するため設置は困難。

○南東には家屋が現存するため設置は困難。

○北東は空き地と畑であるが、多くの土地所有者に分かれており、用地取得に長い年月を要してしまうため実施工程上困難。

○南西のイオンタウンのり面と伊賀線との間に余裕地がありイオンタウンの土地所有者も新駅設置に協力的である。

以上より、大型商業施設にも隣接しており、用地取得も問題ないことから、桑町第3踏切道の南西位置を新駅整備位置と決定した。

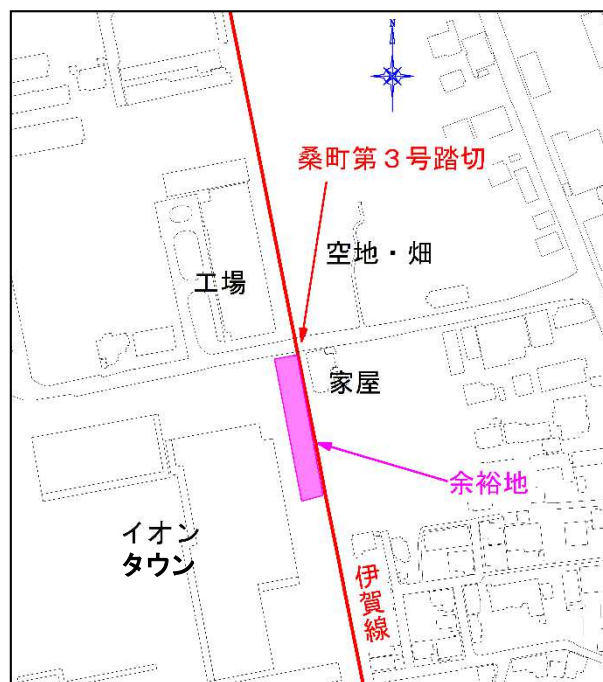


図-2 桑町第3号踏切道周辺状況

2-3 新駅の利用者需要量

新駅は地域からの強い請願により整備することから、利用者需要量の算出は、沿線および四十九町住民に対して、新駅の利用等に関する意向を把握・分析するためのアンケート調査を行い、その結果を反映させた。

アンケート結果の利用意向については、期待値が含まれることから、「交通機関選択モデル構築における選好意識データの信頼性に関する研究：藤原章正（広島大学）¹⁾」を参考に60%の信憑性として反映した。

新駅の利用者需要量算出の概要は以下に示す。

①アンケートによる新駅利用意向調査から新駅利用率を算出

②沿線地域人口を国税調査、住民基本台帳から算出

$$\text{新駅需要量} = \text{①} \times \text{②}$$

計算の結果、需要量は四十九町居住者利用者、沿線地域住民利用者、市役所職員通勤の合計として412人/日（新駅開業予定の平成30年時）と算定された。

2-4 費用便益分析

費用便益分析を行うにあたり、便益計算については下記3点について、算出した。

○利用者便益

アンケート調査結果の1票が市民何人分に相当するかを示す「拡大係数」を設定し、アンケート結果から利用回数を算定して時間評価値および駅間OD交通量に鉄道運賃を乗

じて利用者便益を算定した。

○供給者便益

新駅整備無の運賃収入と整備有の運賃収入の差を算定した。

○環境等改善便益

アンケート結果より自家用車利用者からの転移分を利用駅間の駅間距離相当分の自家用車走行台キロが減少するとして、算定した。

費用については、概略設計時に算出された新駅設置に係る事業費を用いた。

以上より費用便益分析を行った結果を（表-1）にまとめる。

表-1 費用便益分析結果

前提条件					
評価年次	H27年	開業年次	H29年度末	建設期間	H29単年度
社会的割引率	4.00%	時間評価値	35.4 円/分(通勤目的)		
需要見通し					
予測年度	H30年	新駅乗降者	412 人/日		
総便益・総費用の内訳「評価年次価格」				計算期間：30年(50年)	
利用者便益(百万円)				68	(81)
	時間短縮便益			89	(105)
	費用節減便益			-21	(-24)
供給者便益(百万円)				160	(189)
環境等改善便益(百万円)				17	(20)
	局所的環境改善便益			0	(0)
	地球の環境改善便益			2	(2)
	道路交通事故削減便益			14	(17)
期末残存価値(百万円)				17	(8)
総便益(B)(百万円)				262	(297)
総費用(C)(百万円)				182	(205)
純現在価値(B－C)(百万円)				80	(92)
費用便益比(B／C)				1.44	1.45
経済的内部収益率				7.7%	7.7%

注：表中の〇内は50年の計算期間を前提とした場合の数値を示す

3. 急勾配区間における新駅整備計画

3-1 新駅整備位置周辺の現況

新駅整備位置周辺の現況を以下に整理する。

<鉄道諸元>

路線名：伊賀鉄道伊賀線

軌間：1,067m

路線数：1線（単線）

車両編成：2両編成

軌道構造：バラスト軌道（木まくらぎ）

平面線形：直線

縦断線形：20.0‰（桑町駅方への下り勾配）

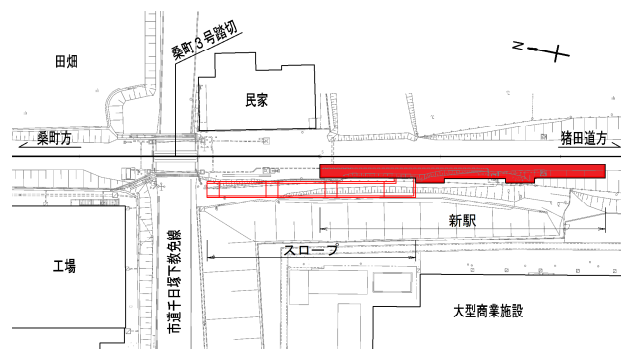


図-3 新駅周辺平面図

3-2 線路縦断を変更した場合の問題点

旧四十九駅は新駅位置から猪田道方へ約300m離れた縦断勾配5‰区間に設置されていた。

新駅設置区間の縦断勾配は20‰である。鉄道事業法に基づく整備許可基準の標準勾配5‰（状況により10‰可）を大きく上回っているため、線路嵩上げによる線路縦断の変更を検討した。

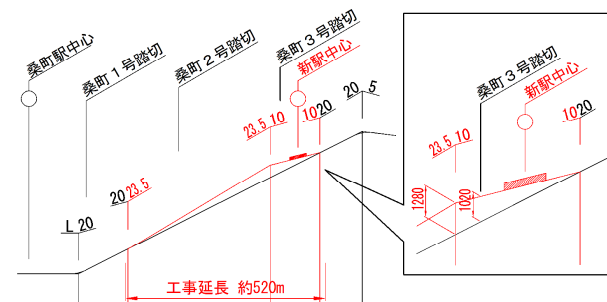


図-4 線路縦断計画図

縦断検討の結果、桑町3号踏切が現状より約1m高くなり、隣接する家屋や踏切周辺の道路に影響が生じることが分かった。また、線路の嵩上げに伴う工事費は概算で約3.4億円と高額であった。

3-3 急勾配区間への新駅整備における課題および解決策

隣接する家屋や道路への影響、また、工事費が高額となることから、現状の縦断勾配のまま新駅整備を進めるべく、急勾配区間への新駅整備における課題を整理し、解決策を検討した。検討の際には、縦断勾配33‰区間に設置された明知鉄道飯沼駅（岐阜県）の事例を参考とした。

(1) 過走対策

<課題>

鉄道車両が定めた停止線を過走（オーバーラン）した場合、車両〜ホーム間の乗降ができなくなるなど、事故や運行の遅れの原因となる。

<保安対策>

ホーム有効長は、発着する最長の列車長さに余裕長 5mを加えた長さ以上とすることが定められているが、余裕長を 10mと長くする計画とした。

ホーム有効長=18.5m/両×2 両編成+余裕長 10m=47m

(2) 転動した場合の対策

<課題>

駅に停車した車両が転動（ブレーキのききが悪かったりしたために勝手に動きだすこと）した場合、重大な事故につながる恐れがある。

<保安対策>

後退防止用 A T S 装置の導入を計画した。

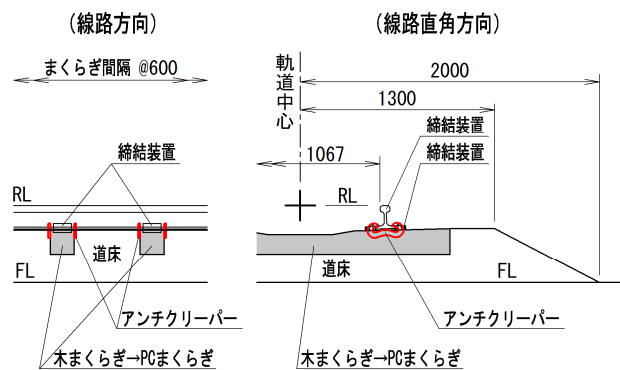
(3) レールのふく進防止対策

<課題>

ふく進とは、列車の減速時と加速時に列車の進行方向または逆方向に力を受けることにより、敷設されているレールが長手方向に移動（滑動）する現象である。ふく進が進行すると、継目の遊間やまくらぎ間隔を乱し、その結果、道床が弛緩し軌道狂いを助長する。

<保安対策>

レールふく進は、レールとまくらぎの間や、まくらぎと道床の間で生じる。前者に対しては、レールがまくらぎ上を滑動しないように十分な抵抗力をもたせるため、アンチクリーパーを設置する計画とした。後者に対しては道床抵抗力を向上させるため、木まくらぎから P C まくらぎへ交換する計画とした。



図－5

これらの保安対策を講じることを前提に、実車による制動試験の実施を経て、現状の縦断勾配のまま新駅整備を行うことに対して、国から特別許認可が下りた。

4. 新駅実施設計

4-1 新駅の施設規模の検討

(1) 現況調査

駅別の乗降客数、駅施設・設備状況は以下のとおり。

表－2

	※1 乗降客数	駅施設・設備状況				
		駅務室	待合室	トイレ	ホーム上屋	
					ほぼ全面有り	一部有り（腰掛部等）
伊賀上野	541	—	○	○	○	—
新 居	99	—	○	—	—	○
西大手	114	—	—	—	—	○
上野市	1,760	○	○	○	○	—
広小路	160	—	—	○	—	○
茅 町	791	○	○	○	—	○
桑 町	513	—	○	—	—	○
猪田道	60	—	○	—	—	○
市 部	152	—	—	—	—	○
依那古	98	—	○	—	—	○
丸 山	82	—	○	—	—	○
上 林	41	—	○	—	—	○
比 土	29	—	—	—	—	○
伊賀神戸	2,881	○	○	○	—	○

※1. 平成24年11月13日調査結果より

(2) 駅施設・設備計画

新駅開業時点の平成 30 年度で約 412 人/日の需要量が見込まれている。これを踏まえ、伊賀鉄道各駅の駅施設・設備の現状、維持管理費用を含む経済性等を勘案して、以下のとおりとした。

表－3

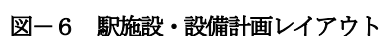
	駅施設・設備計画			
	駅務室	待合室	トイレ	ホーム上屋
新 駅	—	○	—	最長列車長37mの範囲

(3) プラットホームの幅員

2007 年に伊賀鉄道に運営が移管されるまでは、近鉄が伊賀線として運営していたこともあり、設計準拠指針は「技術基準（鉄道土木施設）近畿日本鉄道株式会社」（以下、近鉄技術基準）である。近鉄技術基準における相対式ホームの場合のホームの幅員は中央部で2m以上、端部で1.5m以上とされている。伊賀鉄道は乗降客数の多い駅を除き、先頭車両の一番前寄の扉のみが乗車（降車）位置となるため、近鉄技術基準上の解釈は中央部・端部ともに2.0m以上となる。

新駅需要量（約 412 人/日）とほぼ同等である桑町駅（平成 24 年調査時で 513 人/日）がホーム平均幅員 2.0m で運用されていることより、ホーム幅員は 2.0m と設定した。

伊賀鉄道ではワンマン運転が行われているため、ホーム起終端に安全確認用のホームミラーを設置した。また、駅員が常駐しない無人駅であるため、乗車券回収箱を設置した。



鉄道近接かつ鉄道敷と大型商業施設の間の限られたヤード内での施工となる。これらの施工制約条件を踏まえて、構造形式を検討した。



現況法尻が軌道に接近している区間(猪田道方)においては、桁式ホーム構造とすると土留壁が別途必要となり不経済であるため、プレキャストプラットホームを採用した。(図-10)

することができた。

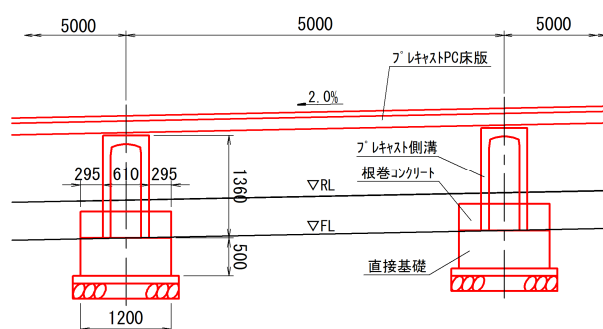


圖-8 側面圖

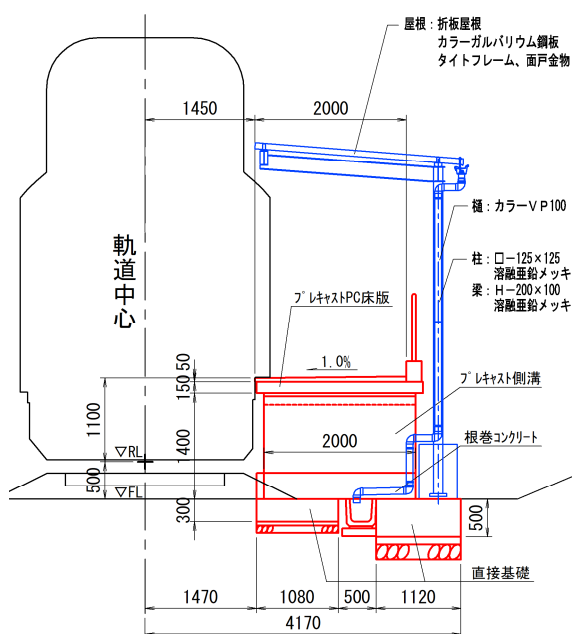


图-9 断面图

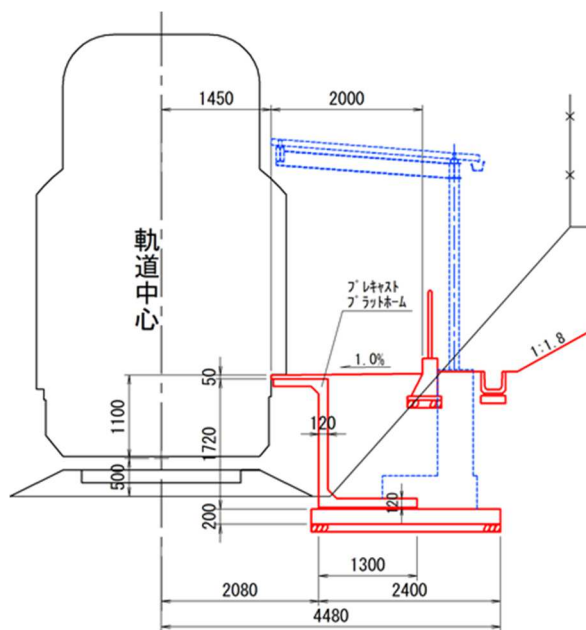


图-10 断面图

4-3 電路設計

新駅が既設電路柱（猪田道 44）に支障する。当該電路柱は電線路の引留箇所でもあるため、引留支線も含めて支障しない位置に移設（新設）する。また、電路柱の径間長は電車線の撓み量等より 45m 程度を標準としているが、支障移設に伴い径間長が 60m を超えるため、新設電路柱（新駅 1）を設置する計画とした。

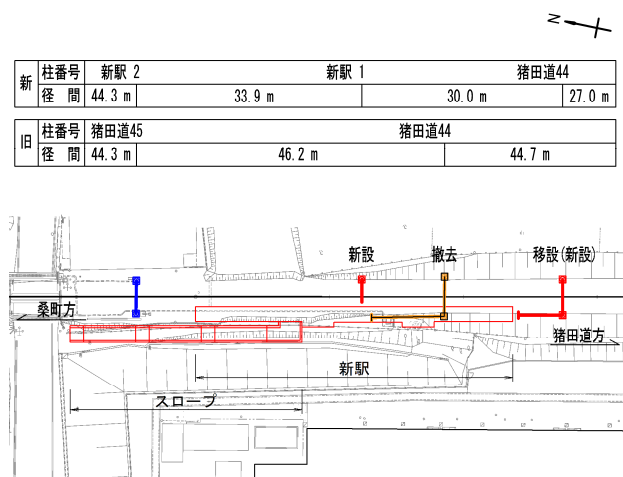


図-1 1 電線路平面図

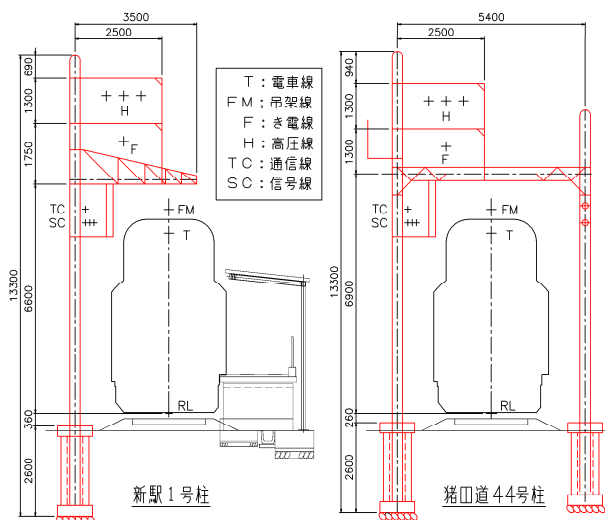


図-1 2 電線路構造図

5. 施工管理

事業主体は伊賀市、工事発注者は伊賀鉄道株式会社の工事体制のもと、弊社は発注者支援業務として、下記業務に従事した。

5-1 全体工事工程管理業務

土木・軌道・建築・電路・信号・通信・電機工事など、工部門が多岐にわたるため、定期的に工程会議を開催し、各部門の工事進捗を把握・確認・調整し、全体の工事工程を管理した。

5-2 工事監督支援業務

土木・軌道・建築工事を対象に、出来形管理検査、品質管理試験等の現場立会、確認作業を行った。

5-3 竣工図作成業務

建築工事の竣工・完工図書として、コンクリート躯体図、鉄骨製作図、建具製作図、外壁施工図、屋根施工図、竣工図およびその他必要と思われる施工図の確認を行った。

あ と が き

新駅（四十九駅）は 2018 年 3 月に開業した。本稿では、鉄道事業法に基づく整備許可基準値を超過する線路勾配 20% 区間にて新駅を整備するにあたり、車両の過走対策等の保安対策を講じ、結果、特別許認可のもと、線路勾配を変更することなく新駅を設置することができた事例を紹介した。

最後に、本稿の作成にあたり、ご指導、ご助言およびご協力を頂きました伊賀市、伊賀鉄道株式会社、近畿日本鉄道株式会社ならびに関係各位に深く感謝致します。



写真-1 完成後の状況

参考文献（または引用文献）

- 1) 藤岡章正(1993. 3)：交通機関選択モデル構築における選好意識データの信頼性に関する研究，博士論文，広島大学，広島
- 2) 近畿日本鉄道株式会社：技術基準(鉄道土木施設)，平成 27 年 4 月
- 3) 近畿日本鉄道株式会社：技術基準(鉄道電気施設)，平成 27 年 4 月
- 4) 近畿日本鉄道株式会社：設計仕様書(土木関係)，平成 27 年 1 月
- 5) 近畿日本鉄道株式会社：設計仕様書(電気関係)，平成 27 年 4 月
- 6) 近畿日本鉄道株式会社：鉄道建築物設計基準，平成 21 年 9 月
- 7) 国土交通省：公共交通機関の旅客施設に関する移動等円滑化整備ガイドライン バリアフリー整備ガイドライン 旅客施設編，平成 25 年 6 月