

低速交通によるコミュニティデザイン ～高齢化社会を支える街路空間再配分に関する研究～

*Low-Speed Transport and Community Design:
Research on the Reprioritization of Street Space for An Ageing Society*

村上 迅*

By Jin MURAKAMI

1. 背景

近年、我が国における公共政策と社会経済のあり方は、高齢化を抜きには語れない。実際に、日本の65歳以上人口の構成比率は、2010年時点で22.5%を占め、2050年には35.7%に達すると予想されている¹⁾。これらの人口動態は、少子化や外国人労働者受け入れの問題にも影響を受けるものではあるが、高齢化が現在と将来の社会を構成する全年齢層の国民が直面する長期的かつ抜本的な課題であることを示している。

高齢化対策は、交通・都市計画の分野においても重点施策の一つに挙げられる。特に、日本や先進諸国がこれまで歩んできた自動車を中心とした生活様式や交通施策は、増加する経済負担や環境負荷、交通事故の観点からも、高齢化社会にとって望ましい方向性とは言い難い。公共交通を中心とした集約型都市構造もしくはコンパクトシティの形成を目指し、各種関連制度の整備が検討されているが²⁾、郊外部や地方部においては、自治体の財政状況や運営の採算性の観点から、公共交通サービスだけで高齢者のモビリティニーズを満たすのは難しい。

そこで、高齢化社会を支えるモビリティオプションの一つとして、低速交通モードの導入に注目が集まっている。低速交通については、様々な技術的分類が存在するが、ここでは米国を中心に定義・活用されているネイバーフッド・エレクトリック・ビークル（Neighborhood Electric Vehicle: NEV）について言及する。

NEVの車両分類についても国や州・地域によって様々ではあるが、一般的には政府当局が制限速度や安全基準を定め公道を走ることが許可されている「ゴルフカート」の総称である³⁾（写真－1）。Pike Researchのレポート⁴⁾によると、世界のNEV年

間販売台数は、2011年時点で約3万台以上を数える。今後も北米、欧州、アジアを中心に年間約6.6%のペースで売り上げを伸ばし、2017年までに5万台を突破し、路上を走る総車両数は約69万台に達すると見込まれている。



写真－1 ネイバーフッド・エレクトリック・ビークル

高齢化とNEV市場の急速な拡大にあわせて、交通インフラ整備や都市計画の側では、具体的にどのような対応が求められるのか、海外（特に米国）の導入事例から理解を深める必要がある。

2. NEVに関する米国の既存研究・調査

高齢者のモビリティについては、米国においても重要な社会問題・政策課題になりつつあり、様々な視点で研究・調査のアジェンダが提示されている。例えば、TRBの高齢化社会における交通に関する論文・講演集⁵⁾では、高齢者の自家用車への依存度の高さ、高齢化に関わる交通問題の郊外部・地方部への集中、高齢者の交通需要予測や事故対策の難しさなどが指摘され、様々な状況を考慮した順応性の高い交通環境設計の重要性が強調されている。ま

*香港城市大学 建築・土木工学部 助教授

た、Bailey のレポート⁶⁾は、自動車運転免許をもたない地方部の交通弱者としての高齢者が、社会活動に参加する機会が減っている現状を示し、公共交通を中心とした土地利用計画と街路設計の改良を推奨している。一方、Coughlin⁷⁾は、戦後ベビーブーマーの所得水準と教育レベルの高さ、医療サービスの向上によるアクティブな高齢化社会の到来を予見し、新しい交通・コミュニケーション技術を導入した民間主導のコミュニティ開発に期待をよせている。

実際に、NEV の導入したリタイアメント・コミュニティの民間不動産開発の先進事例は、米国のフロリダ州やカリフォルニア州などの気候が温暖な地域に多くみられる。しかし、入居条件を高齢者に限定し世代間交流がないことや高所得な白人高齢者を中心に排他的なコミュニティを形成していることが多く、社会的な評価は必ずしも高いものではない⁸⁾。また、リタイアメント・コミュニティの不動産開発と NEV の販売市場が拡大する一方で、それらに関する学術的な研究はまだ進められておらず、既存調査の内容は、車両の技術的な優位性⁹⁾、費用面での比較検討¹⁰⁾、個々の道路設計要素の紹介¹¹⁾にとどまっている。つまり、我が国の政策・制度設計の参考になるような、体系的かつ具体的な交通計画策定・コミュニティ空間設計の現状把握には至っていないといえる。

3. 研究手法

本研究は、高齢コミュニティのモビリティオプションとして NEV を導入した場合の交通計画・空間設計及び開発・管理手法を把握するために、海外の先進事例の調査・分析を行った。具体的には、(1) 先進事例調査と (2) コミュニティ形成と空間設計に関する数値分析の 2 部から構成される研究となっている。

(1) 先進事例調査

本研究は、まず、カリフォルニア州リンカーン市の NEV 交通計画を米国の先進事例として取り扱う。次に、香港のランタオ島にあるディスカバリー・ベイの不動産開発を、アジアの先進事例として取り上げる。この対比的な 2 つの先進事例について、文献収集、専門家・関係者へのインタビュー及び現地踏査により得られた情報から、①交通計画のコンセプト

(計画のねらい、計画の特徴や位置付け)、②街路や駐車場における道路構造や交通規制、③インフラ整備手法などの現状と NEV 導入都市の課題を明らかにする。

(2) コミュニティ形成と空間設計に関する数値分析

個別の先進事例調査に加え、横断的な数値分析を行い、より包括的な理解に努める。既存研究や調査レポート、政府の公式ホームページから、米国の代表的な NEV 導入事例（もしくは導入検討事例）を 20 の市町村・開発に特定し、コミュニティ形成と空間設計の特性を示すような数値をそれぞれの事例について計算し、比較する。

a) コミュニティ形成に関する数値

米国国勢調査局が提供する人口及び住宅センサス 2010 とアメリカン・コミュニティ・サーベイ 2009-2012 の調査結果¹²⁾から、2010 年の人口、人口密度、2000 年からの人口増加率、65 歳以上の人口比率、白人の人口比率、世帯平均人数、2012 年の世帯収入の中間値、居住費用の月額、持家率と空家率、労働者人口とその比率、自家用車通勤の比率、在宅勤務者の比率、居住地区内勤務者の比率、平均通勤時間、住民 1,000 人に対する自家用車台数の数値を事例ごとに再集計した。香港の事例についても、香港センサス 2011¹³⁾からほぼ全ての項目について同様の数値情報を再集計することができた。

b) 空間設計に関する数値

米国国勢調査局の人口及び住宅センサス 2010 の結果とあわせて提供されている ArcGIS シェイプファイル¹⁴⁾から 20 の NEV 導入事例の対象地域を設定する。この対象地域マップデータと ESRI が提供する米国の街路レベルのマップデータ¹⁵⁾を ArcGIS 上で空間的に組み合わせ、高速道路の延長密度、空港の有無と敷地面積、ゴルフコースの数・敷地面積・面積比率、公共サービス施設・学校・病院・大きなショッピングプラザへ 1/2 マイル以内でアクセスできる地区の面積と面積比率、街路ネットワークの総延長・リンク数・ノード数・最大直径の数値を事例ごとに算出した。なお、香港の事例については、街路レベルの公式デジタルマップデータの入手が困難なため、オンライン・サテライト・イメージマップ手法を用いてオリジナルの ArcGIS シェイプファイルを作成し、同様の数値を得ることができた。また、グラフ理論を応用した街路網指標¹⁶⁾も算

出した（付録参照）。

4. 先進事例調査の結果

(1) 米国リンカーン市の NEV 交通計画

a) 導入の経緯

リンカーン市は、サンフランシスコから約 150km、サクラメントから約 40km 北東に位置する街である。2000 年の人口は 11,205 人であったが、中心市街地の南側に開発されたリタイアメント・コミュニティにより、2010 年には 42,819 人にまで達している¹²⁾。この民間住宅開発地区は、複数のゴルフ場を備えており、地区内を NEV で安全かつ快適に移動できるようなゴルフコースパス、ストリート、コネクター、ストップなどの構成要素からなる階層的道路システムが設計・整備された（図－1）。



図－1 民間住宅開発サンシティ・リンカーンヒルズ地区内のゴルフカート循環計画¹⁷⁾

ただし、連邦法で定められた制限速度と安全基準により、高速道路を通過して中心市街地や空港などの地区外拠点へ NEV でアクセスすることはできなかった。これに対して、NEV による移動範囲を市域全体に拡大し、中心市街地の経済を活性化させ、市人口の 20% 以上を構成する白人高齢有権者の支持を得ようと考えた共和党系の市長と市議会議員の働きにより、「NEV 交通計画 2006¹⁸⁾」が自治体により策定され、州政府に承認されることになった。

b) 交通計画の特徴

NEV 交通計画 2006 では、州高速道路 65 号を跨ぎ市域全体を網羅する 25 の幹線道路・総延長約 77km が、NEV ルートに指定されている（図－2）。なお、NEV 用の道路標識や路面標示は、自転車用のものをもとにデザインされている。また、ショッピングプラザやコミュニティセンターなど民間敷地内の NEV 充電・駐車場施設については、原則的に開発者が個別に設計・設置するものではあるが、具体的な規準がこの交通計画の中で推奨されている。



図－2 リンカーン市の NEV 交通計画 2006¹⁸⁾

c) 整備手法

この交通計画の実施にあたり、2005 年 1 月カリフォルニア州知事が関連議案（Assembly Bill 2353）を承認している。これにより、NEV 専用レーンが設置されることを条件として、規制速度 35mph 以上の道路での低速車両の走行が可能となった（州高速警察との協議による）。また、高齢者が普通運転免許を失効している場合などを考慮して、NEV 限定運転免許の発行が可能となった（州自動車陸運局との協議による）。

NEV 専用レーン設置などのインフラ整備については、他のリタイアメント・コミュニティ開発で一般的な高齢者対策プログラムや開発影響課金（Impact Fee）ではなく、連邦政府交通省の混雑緩和・大気質改善プログラム（CMAQ）を財源にして、一回の小規模道路改良事業で 80 万ドル（8,000 万円）程度を費やして段階的に進められている。

d) 他の交通モードとの関係性

交通計画における NEV と他の交通モードとの棲み分けは、3つの道路設計分類と街路空間配分の断面図に表れている（表－1）。制限速度が 35mph 以

上の道路では、普通自動車と街路空間を共有せずに、NEV 専用レーンが設置される。一方で、分離帯 (class I) や路肩 (class II) に設置された専用レーン内では、自転車と街路空間を共有する設計となっている。つまり、機能上は自転車に近い交通モードとして考えられている。一方で「高齢共和党支持層の NEV」に対する「若年民主党支持層の自転車」といった社会政治的な背景があり、予算や空間配分を巡って利用者が競合・対立する関係にある。実際に、NEV 導入後に大きな交通事故は発生していないが、自転車利用者との追い越し・運転マナーに関する路上での口論が、整備事後評価の中で報告されている¹⁹⁾。

表-1 道路設計分類と街路空間配分¹⁸⁾

Classification	Description	Example Cross-Section
Class I	用地が十分に確保できるルートに限定	
Class II	制限速度が35 mph以上のルートで適用	
Class III	制限速度が35 mph以下のルートであれば混在を許容	

e) 影響と課題

リンカーン市の事後評価報告を受け、カリフォルニア州の他の市町村でも NEV 交通計画モデルの導入が検討されている。2013 年の時点で、4 件の NEV 交通計画が州政府に申請されている²⁰⁾。その中でも、リバーサイド郡では、67 万人以上が住む約 480km²の 4 市域を網羅するような前例のない規模の NEV 専用道路システムが計画されている²¹⁾。一方で、アマドル郡 3 市からは、地元高齢者グループによるボランティアベースの調査・計画が申請されている。高齢者のモビリティ確保が切実な課題である地方部の小さな市町村ほど、専門的な NEV 交通計画を策定する予算もインフラ整備費補

助を正当化するだけの人口規模もないというのが現状である。

(2) 香港ディスカバリー・ベイの民間開発

a) 導入の経緯

ディスカバリー・ベイ (DB) は、香港新界南部のランタオ島内に位置するリゾート型総合住宅開発地区である。その開発計画は、香港政府が約 615ha の土地開発権を民間開発会社である香港興業 (HKR) に 6,150 万香港ドルで売却した 1976 年に遡る²²⁾。開発コンセプトは、当初からゴルフ場や各種レクリエーション施設を備えた高級コンドミニアム、ショッピングプラザやホテルから構成される自給型総合レジャー・コミュニティの創出であったが、1980-2000 年代にかけて複数回の経済状況の変化と設計レイアウトの変更を経て、現在に至っている。2011 年の時点で、12,258 人¹³⁾が開発済みの約 152ha の街区内に居住している。香港の中では比較的低密度な生活様式を提供しているため、白人労働者とその家族が住民の 25% 以上を占める。一方、65 歳以上居住者の人口比率は 7% 以下であり、高齢者を対象した開発でないことがわかる。しかしながら、高密度な都市構造をもつアジアで、NEV 型コミュニティ設計を民間ベースで実践した数少ない事例といえる。

b) 開発の特徴

香港では、政府所有土地の開発権を取得した民間開発者に、都市計画部局と調整しマスター・レイアウト・プラン (MLP) を提出することを義務付けている。つまり、この事例の施設配置計画及び道路システム設計・運用管理指針は民間開発会社により策定されている。DB 街区内のレイアウトを確認すると、2つのショッピングプラザを活動拠点・交通結節点とし、区域全体が街路ネットワークで繋がれていることがわかる (図-3)。区域全体もコンパクトに設計され、公共サービス・学校・商業・不動産管理施設が 500m 以内にある街区の面積比率は 100% であり、200m 以内の面積比率もそれぞれ 37.0%、15.5%、12.9%、75.3% となっているので、NEV、バス、自転車や徒歩といった交通手段がコミュニティ内の移動に適している。

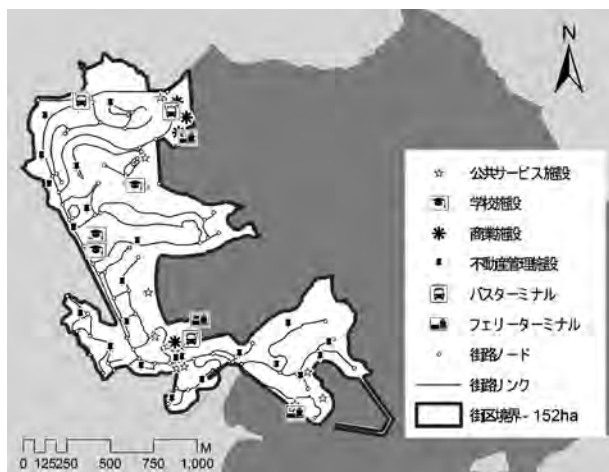


図-3 DB 街区内の施設配置と街路ネットワーク

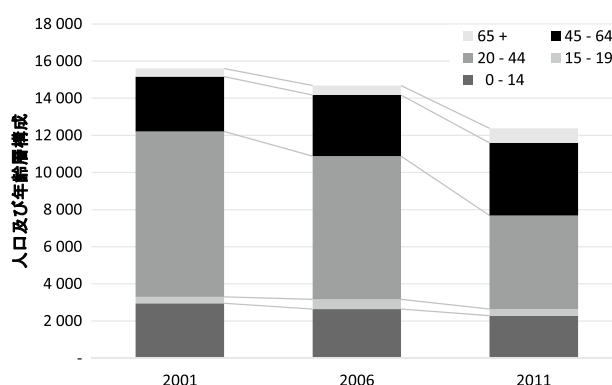
c) 他の交通モードとの関係性

自動車に依存しないライフスタイルがおくれることがセールスポイントの開発であり、マイカーやタクシーの開発区域内への乗り入れは禁止されている（商業用・公共車両は許可制）。区域外部への交通手段は、不動産開発者の子会社が、香港島へのフェリーを24時間運航しているほか、近隣鉄道駅や国際空港へのバス路線が存在している。区域内についても、コミュニティバスサービスが子会社によって提供されており、多くの住民の主要な移動手段となっている。また自家用車の代わりに、（まだ電氣化されていない）自家用ゴルフカートの利用が認められているのが、この開発事例の特徴である。しかし、総車両数の上限が500台に設定されているため、保有権を含む車両取引価格が高騰してしまい、利用者は富裕層に限定されている。ゴルフカートの駐車スペースは、不動産管理会社により住宅や各種コミュニティ施設敷地内で設置・管理されているが、バス・フェリーターミナルでのパークアンドライドは原則禁止されている²³⁾。また、街路上にNEV専用レーンは設置されていないので、対向車線をはみ出して低速車両を追い越すバスや商業車が観察されるが、交通量が少ないこともあり大きな事故は発生していない。自転車については、基本的にゴルフカートと混在はしないが、駐輪施設の利用方法や歩行者に配慮した乗車禁止区域などが細かに設定されている。

d) 課題

DBは画期的な開発事例ではあるが、香港の住宅市場の中で大きな人気を博しているわけではない。

実際、区域内の人口は2001-2011年の間に、20.6%減少している（図-4）。こうした傾向は、20-40歳の年齢層で顕著（24.5%減少）であり、コミュニティ全体としては僅かに高齢化が進んでいる。若年労働者世代が定住しない理由としては、区域外への通勤が不便であること、区域内にレクリエーション施設が十分に整備されていないこと、家賃が比較的高いことなどが考えられる。また、自動車の利用禁止に加えて、区域内でのゴルフカートの車両数も制限されているため、居住者のほとんどはバスサービスに依存しなければならず、モビリティオプションが十分に提供されている状況とはいえない。

図-4 DB 区域内の人口及び年齢層構成の推移¹⁴⁾

5. 数値分析の結果

(1) コミュニティ形成に関する数値

米国で代表的な20のNEV導入・導入検討事例について算出された数値を記述統計としてまとめ、リンカーン市と香港DBの数値と比較した（表-2）。これによると、NEVが適用される人口規模や密度は様々であるが、リンカーン市は平均的であり、DBは小規模で高密度といえる。また、65歳以上の人口比率から、入居年齢制限のあるコミュニティと年齢層が多様な開発があることもわかる。ただし、多くの事例で、白人の構成比率が高く、所得水準や住居費用も高いコミュニティが形成されていることが数値に表れている。住居に関しては、比較的に持家率が高い傾向にあるが、別荘として開発されている場合・高齢家主が死去してしまう場合も多く、そうしたコミュニティでは空家率が高い。在宅・地元勤務者の割合もやや高めではあるが、通勤手段は自

動車に依存しているコミュニティがほとんどであり、DB のようにマイカーを完全に排除している NEV 導入事例は米国では稀といえる。

表-2 コミュニティ形成に関する記述統計と事例比較

数値	最小値	最大値	平均値	標準偏差	リンカーン	DB
人口	138	303,871	52,874	77,995	42,819	12,383
人口増加率%	-22	517	64	129	282	-21
人口密度 人/km2	85	3,572	923	782	821	8,147
年齢中間値	29	76	44	12	41	40
65歳以上 %	0	84	21	21	24	6
白人 %	42	100	78	18	72	26
世帯平均人数	2	4	3	1	2	3
世帯収入中間値	33,262	91,349	63,540	18,540	72,921	89,700
住居費用 US \$/月	471	2,721	1,386	570	1,708	1,357
持家率 %	26	97	64	16	80	56
空家率 %	4	73	17	17	6	NA
労働者 %	10	58	42	13	36	54
自動車通勤 %	20	96	81	19	87	0
在宅勤務 %	0	31	8	7	9	23
地元勤務 %	16	94	42	21	26	39
平均通勤時間 分	10	35	25	7	28	NA
自動車台数千人	101	583	412	120	362	0

N = 20

(2) 空間設計に関する数値

空間設計特性についても、記述統計としてまとめ、数値を比較した（表-3）。米国のほとんどの事例では、高速道路が通過しているので、リンカーン市のような NEV 専用レーン設置の調整が必要になると考えられる。また、いくつかの事例では地方空港を有しているので、ターミナルでの結節点設計も大切である。特筆すべきは、20 のうち 14 の事例が 1 つ以上のゴルフ場を有している点である。つまり、NEV の導入コミュニティはゴルフ場併設の民間不動産開発がベースになっていることが多いといえる。NEV による移動が有利な 0.5 マイル以内に各種施設がある面積の比率は、多くの事例で高いものではない。米国の多くの事例では、DB のようなコンパクトで高密度な街区設計はされていないので、街路を高密度に整備し、結節性を高め到達可能範囲を広げるような道路設計であることが、街路網指標から示唆される。

表-3 空間設計に関する記述統計と事例比較

数値	最小値	最大値	平均値	標準偏差	リンカーン	DB
面積 km2	0.81	211.04	51.95	53.22	52.14	1.52
高速道路 m/km2	0	1654	336	401	273	0
空港面積比 %	0.00	8.60	0.89	2.13	8.60	0.00
ゴルフ場数	0	25	3.2	5.6	2	1
ゴルフ場面積比 %	0.00	20.51	3.55	6.02	6.23	7.15
0.5マイル内面積 %						
公共サービス施設	0.00	100.00	18.44	25.15	5.84	100.00
病院施設	0.00	26.24	2.22	5.90	0.00	100.00
教育施設	0.00	49.47	14.99	17.64	12.70	100.00
ショッピング施設	0.00	10.32	2.56	3.81	0.00	100.00
街路密度 km/km2	2.42	11.77	7.34	2.44	7.67	8.42
街路リンク数	44	14,599	3,112	3,614	3,097	97
街路ノード数	38	11,273	2,407	2,805	2,339	84
街路網指標						
α	0.038	0.246	0.135	0.058	0.162	0.086
β	1.072	1.490	1.268	0.116	1.324	1.155
γ	0.368	0.498	0.425	0.037	0.442	0.394
Π	4.283	79.723	26.168	19.456	27.728	7.417

N = 20

6. おわりに

白人社会の生活様式や住宅市場の特性を考慮すると、本稿で示された国際事例や数値分析の結果をもって、日本における高齢化対策の一環としての NEV 導入の是非を結論付けるのは難しい。しかし、具体的な設計手法や導入課題には、参考にできる部分も多く含まれている。この研究成果が、我が国の高齢化社会を支える交通計画・コミュニティ空間設計の一助になることを切に願う。

付 録

街路の連結性と網羅性の指標は、グラフ理論にもとづいて¹⁶⁾、以下のように算出した。

$$\alpha \text{ 指標 (連結性)} = \frac{e - v + p}{2v - 5}$$

$$\beta \text{ 指標 (連結性)} = \frac{e}{v}$$

$$\gamma \text{ 指標 (連結性)} = \frac{e}{3(v - 2)}$$

$$\Pi \text{ 指標 (網羅性)} = \frac{\sum_i l_i}{D}$$

ここで、 e はリンク数、 v はノード数、 p はサブグラフ数、 l_i はリンク長、 D は街路網最大直径とする。

参考文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の将来推計人口，2002.
- 2) 中村英夫：コンパクトシティ形成に向けた国の取り組み，交通工学，Vol.49, No.1, pp.91-96, 2014.
- 3) National Highway Traffic Safety Administration, US DOT: Federal Motor Vehicle Safety Standards, 1998.
- 4) Hurst, D. & Wheelock, C. : Neighborhood Electric Vehicles, Pike Research Report, 2011.
- 5) Transportation Research Board: Transportation in an Aging Society, A Decade of Experience, TRB Conference Proceedings 27, 2004.
- 6) Bailey, L. : Aging Americans: Stranded Without Options, Surface Transportation Policy Project, 2004.
- 7) Coughlin, J. : Longevity, Lifestyle, and Anticipating the New Demands of Aging on the Transportation System, Public Works Management & Policy, Vol.13, No.4, pp.301-311, 2009.
- 8) Blechman, A.D.: Leisureville - Adventures in America's Retirement Utopias, 2008.
- 9) Brayer, R. et al. : Guidelines for the Establishment of a Model Neighborhood Electric Vehicle (NEV) Fleet, U.S. Department of Energy, 2006.
- 10) Arthur D. Little, Inc. : Demonstration of Neighborhood Electric Vehicles (NEVs), California Energy Commission, 2002.
- 11) Stein, A.G. et al. : Road Infrastructure for Neighbor Electric Vehicles, Transportation Research Record, Vol. 1444, pp.23-27, 1994.
- 12) U.S. Census Bureau: American FactFinder, 2014.
- 13) HKSAR Census and Statistics Department: 2011 Hong Kong Population Census, 2013.
- 14) U.S. Census Bureau: TIGER Products - Geography, 2013.
- 15) ESRI: U.S. Street Map CD-ROM, 2013.
- 16) Rodrigue, J.P. et al. : The Geography of Transport Systems, Second Edition. London, UK: Routledge, 2006.
- 17) Fehr & Peers: Twelve Bridges Golf Cart Transportation Plan, 2006.
- 18) City of Lincoln: NEV Transportation Plan - Final Draft, 2006.
- 19) City of Lincoln: NEV Transportation Plan Evaluation, 2008.
- 20) U.S. Department of Energy: NEV Access to Roadways, 2013.
- 21) Urban Crossroads/Bennett Engineering Services: Western Riverside Council of Governments 4 - City NEV Transportation Plan, 2010.
- 22) HKSAR Audit Commission: Grant of Land at Discovery Bay and Yi Long Wan, 2004.
- 23) Discovery Bay Services Management Ltd.: Discovery Bay City Rules, 2010.