

# 発展途上国における気候変化の緩和に資する住宅都市形成

## 熱帯途上国の都市で今生じていること:

人口増加・都市集中が進み低層市街地が水平に拡大、周辺の森林・農地が減少し、洪水が多発。  
 公共交通手段の整備が遅れ、中古車で渋滞する道路に、最近ではバイクが急増。  
 所得向上に伴い、気密性・断熱性の悪い住宅に冷房機が普及し電力需要が急増。  
 寿命の短い住宅。木材や煉瓦は自然林の違法伐採を誘発。セメント、鉄筋、タイル生産は石油石炭消費。

解決の方向を、いずれ来る「価格高騰による抑制」に先行する、エコ住宅・エコ都市の魅力的なユートピア像の開発と社会普及に求める。自然と共生した底のある木造住宅の伝統や樹木の多い庭は、その手がかりとなる。

### 1. 衛星画像による現況把握:

(1) 住宅単体が識別できる高解像度画像のフィールド調査への利用

バンドン: IKONOS (解像度 1m)、チレボン: Quick Bird (解像度 0.6m)



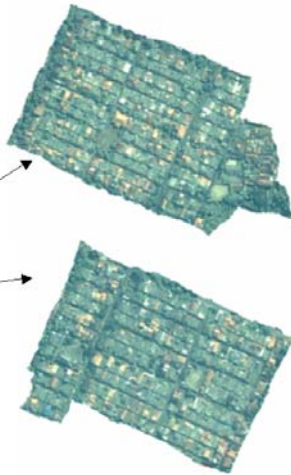
分譲時のままの住宅



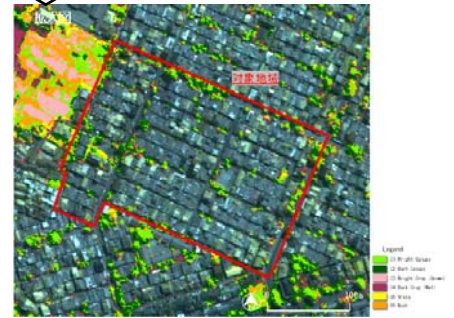
増築・増階された住宅



1970年代の計画図  
 バンドン・サリジャディ団地



4バンドを分析し、植生の中から、樹木を識別する(樹冠面積は、地区全体の約11%)



(2) 「だいち」(解像度 2.5m) ステレオペアから標高取得→低湿地、傾斜地を把握

Table 4 Optimal parameters for matching

Area	Area for searching (pixels)		Size of matching window (pixels)		Lower limit of coefficient
	X	Y	X	Y	
Bandung	31	3	3	3	0.5
Cirebon	11	3	7	7	0.5

1:25,000地形図から作成したDEM (右) よりもかなり詳細な地形(左) が得られた。

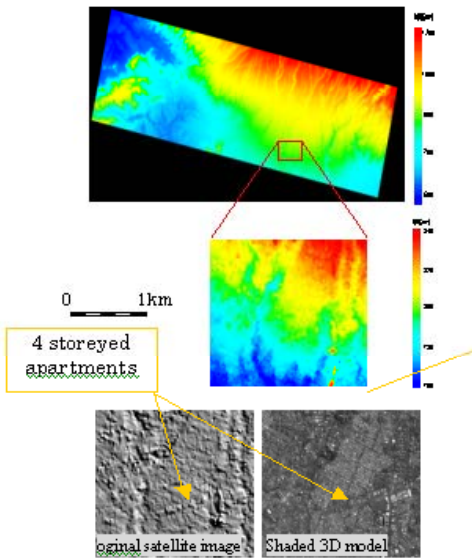


Fig. 2 The obtained DEM data for Bandung

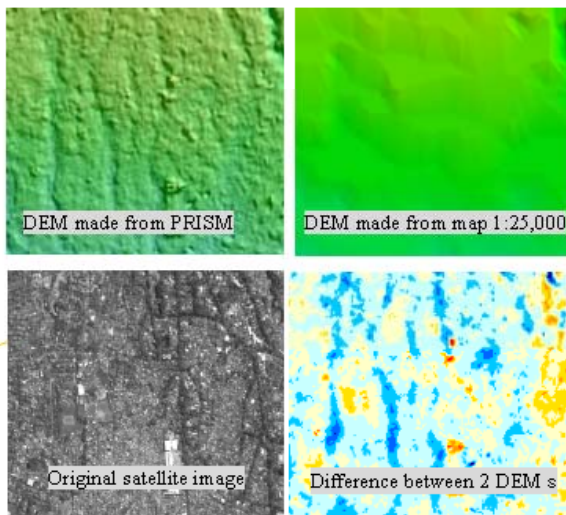
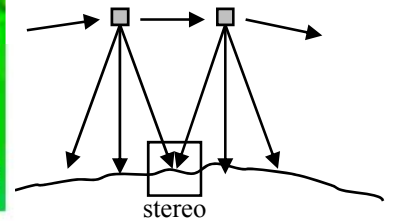


Fig. 3 Comparison of DEM from PRISM & Geographical Map 1:25,000



衛星名: だいち (ALOS)  
 センサー名: PRISM  
 バンドン市とチレボン市に関して異なる角度から撮影したステレオ・ペアのマッチングを行ない、7.5mメッシュで1m精度のDEMを得た。高さは水面、裸地以外は、屋根、樹冠などの標高である。

# 発展途上国における気候変化の緩和に資する住宅都市形成

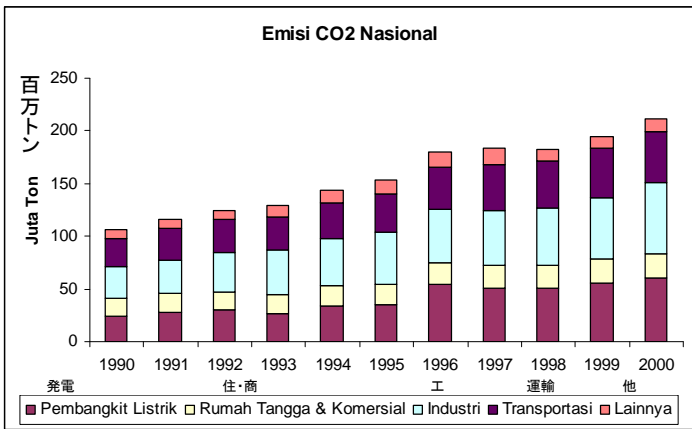
2. 住生活実態調査：インドネシア公共事業省人間居住研究所の協力を得て、7都市13団地から900サンプルを選び、調査。大半を占める簡易耐火平屋分譲住宅は大幅に増築されていた。家庭のエネルギー消費、ガソリン消費を把握すると共に、建材使用量を把握。建材工場も調査し、概略のLCEを把握し、寿命を15年程度と仮定して年当たり排出量に換算。



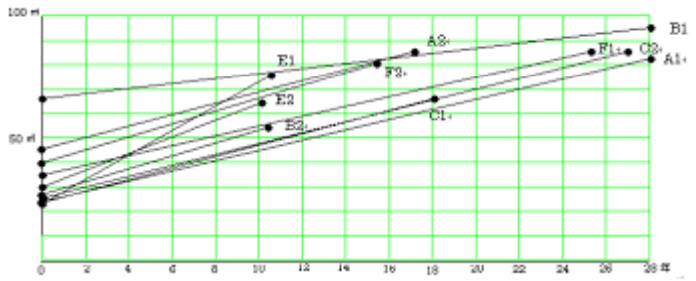
図1：調査対象都市

表1：調査対象団地一覧

a.バンドン市	A1: 公団サリジャディ団地 A2: 公団アンタパニ団地
b.チレボン市	B1: 公団ハルジャムクティ団地 B2: グリヤ・スニヤラギ・プルメイ団地
c.スマラン市	C1: 公団バニユマニク団地 C2: プラモンガン・インダ団地
d.マラン市	D1: 公団サウオジャヤル団地
e.マタラム市	E1: 公団スウェタ・インダ団地 E2: バクタン・プルメイ団地
f.マカッサル市	F1: 公団バナクカン団地 F2: プミ・タマランレア・プルメイ団地
g.バンジャルマシン市	G1: 公団ブルントウン団地 G2: HKSND団地



グラフ1：インドネシア政府が発表している国全体の排出量



グラフ2：団地別平均床面積の当初と現状、横軸は経過年数（増築により、大幅に増加しているが、まだ100㎡未満）

- ・通貨危機による一時停滞(1997)にかかわらず、「順調」に増加→10年間で倍増の勢い(2億トン)
- ・電力消費増大による部分が多い。調査結果では、所得が高い程電力消費が大きい傾向にある。
- ・本研究では、「望まれる将来の住生活像」を検討するために、システム・バウンダリを統計上の「住宅」部分に限定せず、建材生産や電力などの間接的排出(団地外での排出)も含めて調査・検討を行なった。

表2：算出に用いた排出係数

- ・単位電力の排出量: 0.684KgCO<sub>2</sub>/kWh (地方都市ではディーゼル発電所が多い)
- ・石油 1リットルあたり、2.54Kg-CO<sub>2</sub> 比重0.8136Kg/L 炭素重量比85%
- ・都市ガス 1立米あたり、2.031Kg-CO<sub>2</sub> 比重0.677Kg/立米 炭素重量比81.8%
- ・LPG 1Kgにつき、2.999Kg-CO<sub>2</sub> 炭素含有量0.818Kg/L

表3：住生活における排出量の都市別総括表(Kg-CO<sub>2</sub>/年・世)

都市名	サンプル数	光熱	交通	建材	合計
バンドン	200	2,390	1,455	108	3,868
チレボン	200	1,891	751	76	2,708
マカッサル	100	2,262	821	75	3,159
バンジャルマシン	100	2,120	1,322	81	3,502
スマラン	100	1,976	1,092	72	3,199
マタラム	100	1,870	1,223	99	3,192
マラン	100	2,087	1,179	85	3,350

平均的にみて、世帯当たり年間 3~4トンのCO<sub>2</sub>を直接・間接に排出している。

国全体のマクロな発表による年間約2億トンと比較すると、国民一人当たり1トンであるため、ゼロの数はほぼ合っている。調査した対象が都市部の計画的住宅地であることから、農村部を含めた全住宅の中では比較的排出量が多いと考えられる。



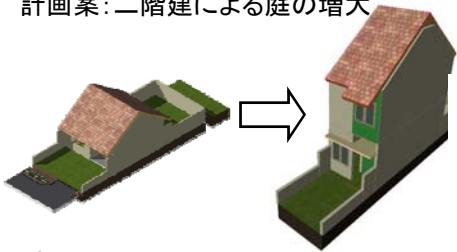
# 発展途上国における気候変化の緩和に資する住宅都市形成

## 3. 住宅市街地の将来像検討

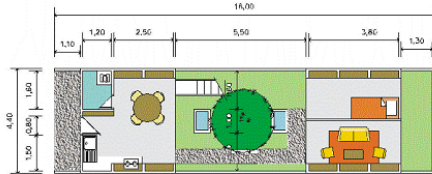
現地の建築家・都市計画家の参加を得て、具体的な地区に即して、現在存在する技術を前提に、コストの代わりに排出量で競う方法で、複数代替案を作成した。設計・計画に入る前にバンドンでワークショップを開催(2006年3月)し、基本的な考え方を整理した。その中で、システムバウンダリの考え方(間接排出まで考える)、省エネ・省電力、建材のLCEと炭素固定、緑の評価(CO<sub>2</sub>吸収、屋外気温緩和)、通風・自然換気、マイカー移動距離等の評価項目が確認され、太陽光発電、緑化空地創出及び建物緑化、高層建物と低層建物の適切な組み合わせ等の方向性が提示された。

各建築家・都市計画家により設計された将来像代替案を三次元的に表示し、コンセプトと排出量削減効果を説明した上で、一般市民および建設分野以外の専門家を招いたワークショップ(2007.3)での比較検討に委ねた。

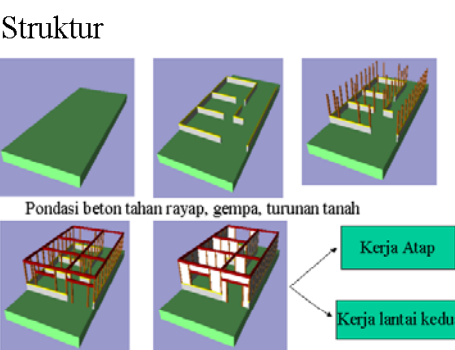
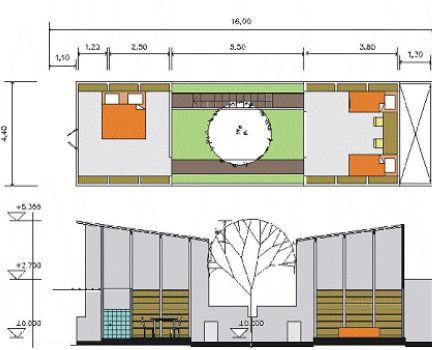
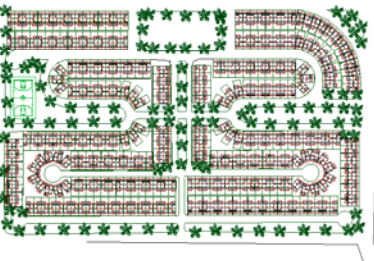
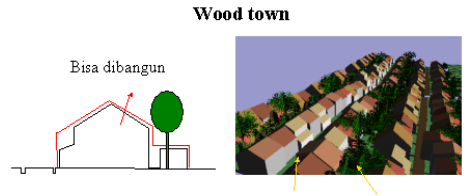
計画案:二階建による庭の増大



計画案:各戸中庭に1本の木を植える



計画案:防火木造住宅による炭素固定



計画案:集合住宅による緑地創出



計画案:集合住宅の屋上・壁面緑化



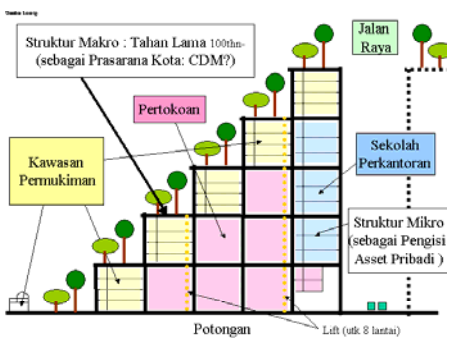
計画案:人工地盤を形成し、屋上を緑化



団地別総括評価表(様式)

	Existing	Alt.1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	unit
Total amount of units						houses
Planned population						person
Total floor area						M2
Floor area for housing						M2
Floor area for others						M2
Total emission / yr						Ton/yr
Building material LCE						Ton
Expected length of life						Years
LCE / yr						T/yr
LCE / unit / yr						T/yr/unit
LCE / Floor m <sup>2</sup> / yr						T/yr/m <sup>2</sup>
Domestic energy/yr/unit						T/yr/unit
Transportation/yr/unit						T/yr/unit
Sink by greenery/yr						T/yr
Amount of carbon stock						Ton

ワークショップ風景



団地の評価だけでなく、郊外開発と都心再開発の比較評価を通じ都市全体の将来像を求めることが今後の課題