「地域都市計画」講義資料（第2回）

自然と都市の形成（第2章）

災害科学国際研究所
大学院工学研究科
奥村　誠

本日の講義の内容

1. 自然
2. 都市の形成
3. 都市づくりと交通の重要性
4. TODについて

自然と都市

- 「神が田園を作り，
  人が都市を作った」
- God made the country, and man made the town.
- *William Cooper(1731-1800)*
- *The Task* (1785)--'The Sofa' (Book I, line 749)

William Cowper

Portrait of Cowper
by Lemuel Francis Abbott, 1792.

Born	26 November 1731 (1731-11-26) Berkhamsted, Hertfordshire, England
Died	25 April 1800(1800-04-25) (aged 68) East Dereham, Norfolk, England
Education	Westminster School
Occupation	Poet

自然と都市

- 「都市は生き物ではないが，それを創造した人間の特徴をいたるところに備えている」
- シビル・モホリ＝ナギ(1975)「都市と人間の歴史」

- 「有機的都市論」につながる
- 都市の「痛み」「喜び」の感覚的把握？

2.1. 自然

- 生物が生存する場所（気圏・水圏・地圏）
  - 温度の変動に伴い，水や物質が出入りする
  - 生態系(ecosystem)
  - 自然資本(natural capital）

表 2.1 地球の各部分の体積と質量[1]

		厚さ〔km〕	体積〔10^{27} cm^3〕	平均密度〔g/cm^3〕	質量〔10^{27} g〕	質量比〔%〕
気圏		—	—	—	0.000 005	0.000 09
水圏		3.80	0.001 37	1.03	0.001 41	0.024
地圏	地殻	17	0.008	2.8	0.024	0.4
	マントル	2 883	0.899	4.5	4.106	67.2
	核	3 471	0.175	11.0	1.936	32.4
全地球		6 371	1.083	5.52	5.976	100

厚さは平均。生物圏についてのデータは，質量からみて無視できるし，正確な数値もないので含めていない。

2.1.1　気圏

- 液体水H_2Oの存在
- 酸素O_2の存在
- オゾンO_3の存在：上空12-35km紫外線の吸収，フロンによる破壊
- 二酸化炭素CO_2の濃度とその上昇
- その他の温室効果ガス(green　house　gases)

章末演習問題

太陽定数So

アルベド　A

シュテファン・ボルツマン定数　σ

地表面からの放出割合　ε
(温室効果があれば1以下となる)

〔2.1〕　地球のエネルギー収支と表面温度

地球表面の温度はエネルギーの流入と流出のバランスで決まる。ここでは地球全体を平均化した簡単なエネルギー収支から地表温度を計算してみよう。

大気圏外で太陽に正対する単位面積が，単位時間当りに受ける太陽エネルギーを太陽定数（So＝1.37 kW/m^2）という。このうち，地表面による太陽光の反射分を差し引いて，地球の投影面積を掛けると地球が受け取る太陽エネルギーが求められる。地表付近に流入するエネルギーには地熱や化石燃料燃焼といった人間活動に基づくものもあるが，現在のところ太陽エネルギー（1.78×10^{17} W）がきわめて大きいためそれらは無視できる（地熱 3.2×10^{13} W，化石燃料の燃焼 1×10^{13} W）。したがって，地球表面への全流入エネルギー E_{in} は

$$E_{in}=\pi\cdot R^2\cdot So\cdot(1-A) \qquad (2.1)$$

となる。ここで，R は地球半径（約 6 350 km，より正確には赤道半径が 6 378.137 km，極半径が 6 356.752 km），A は太陽光に対する反射率（アルベド：約 0.3）である。一方，地球からのエネルギー流出（E_{out}）は地球放射のみと考えてよい。シュテファン-ボルツマンの法則によれば，物体からの放射エネルギーは温度の 4 乗に比例し，以下のようになる。

$$E_{out}=4\pi\cdot R^2\cdot\varepsilon\cdot\sigma\cdot Ts^4 \qquad (2.2)$$

ここで，Ts は，地表の平均温度（K），σ はシュテファン-ボルツマン定数（5.67×10^{-8} W/(m^2・K^4)），ε は赤外線の地表面から宇宙空間への放出割合である。ここで重要なのは，赤外線の地表面から宇宙空間への放出割合である。大気を通り抜けた太陽からの放射は地表に吸収されるが，地表から放出される赤外線の一部は大気に吸収され，すべてが宇宙空間に放出されない。これは温室のガラスは光線を通すが，内部の熱を逃がさないために保温効果があるということと同じであり，温室効果と呼ばれる。この温室効果により，赤外線の地表面から宇宙空間への放出割合は 1 より小さい。CO_2 やメタンなど温室効果ガスが増加すると，温室効果が高くなり，放出割合が低下する。

地表でのエネルギー収支は均衡している（$E_{in}=E_{out}$）ため以下の関係式が成立する。

$$Ts^4=So\cdot(1-A)/(4\varepsilon\cdot\sigma) \qquad (2.3)$$

はじめに，地球に温室効果がない場合（$\varepsilon=1.0$）を仮定して計算してみよう。単位に注意して各数値を (2.3) 式に代入すると，平均温度 Ts＝［①］K（［②］℃）が得られる。現実には温室効果により，$\varepsilon=0.6$ 程度であるので，Ts＝［③］K（［④］℃）となる（0 ℃＝273.15 K）。最後に，温室効果ガスが増加して ε が 0.59 に低下したら平均気温はどうなるであろうか。このとき Ts＝［⑤］K となり，平均温度は［⑥］K 上昇することになる。これが「温暖化」の基本的構造である。

田中俊逸，竹内浩士：『地球の大気と環境』[8] をもとに作成。

2.1.2　水圏

- 水H_2Oの存在

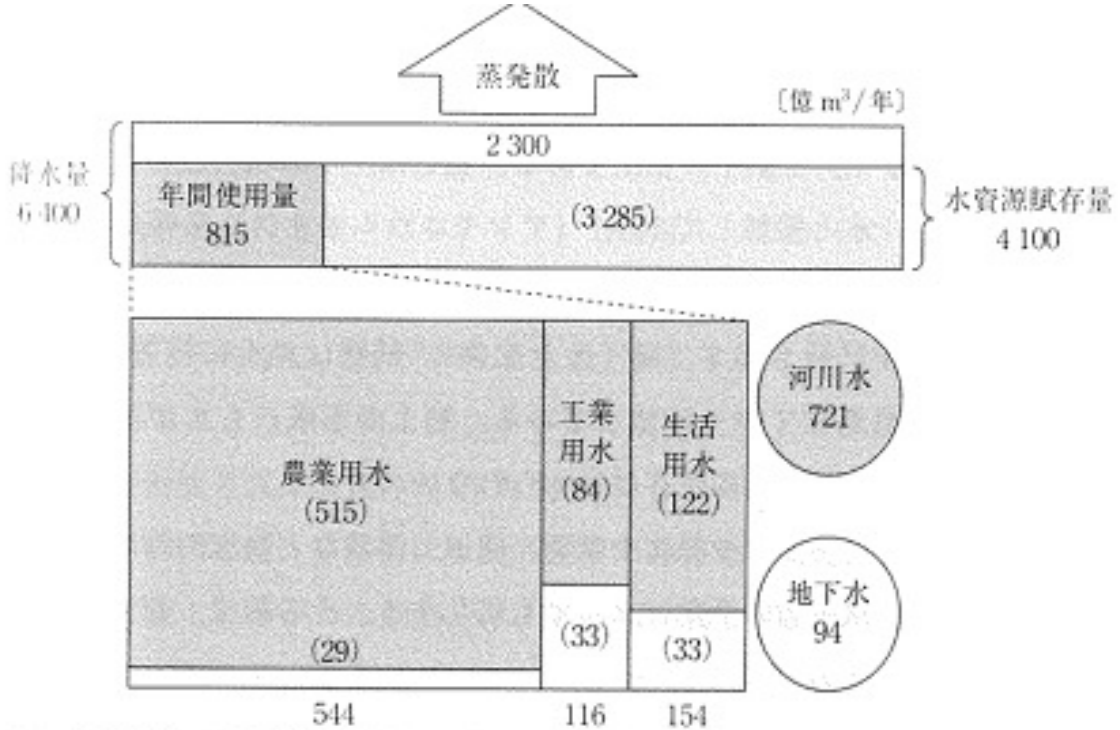
表 2.2　水の分布と平均滞留時間[4]

位置	水量〔L〕	比率〔%〕	平均滞留時間
淡水湖	125×10^{15}	0.009	10 年
塩水湖および内陸海	104×10^{15}	0.008	
河川水	1.1×10^{15}	0.000 1	2 週間
懸垂水（土壌湿気含む）	66.6×10^{15}	0.005	2 ～ 50 週間？
深度 800 m 以浅の地下水	$4\,200\times10^{15}$	0.31	10 000 年（数時間 ～ 100 000 年）
深度 800 m 以深の地下水	$4\,200\times10^{15}$	0.31	
万年氷および氷河	$29\,000\times10^{15}$	2.15	15 000 年
大気	12.9×10^{15}	0.001	10 日
海洋	$1\,319\,800\times10^{15}$	97.2	4 000 年

懸垂水とは，土壌水中，土壌粒子に結合した結合水を除く自由水のうちで，植物が根から吸い上げることの可能な有効水分をいう。

2.1.2　水圏

- 水H_2Oの循環



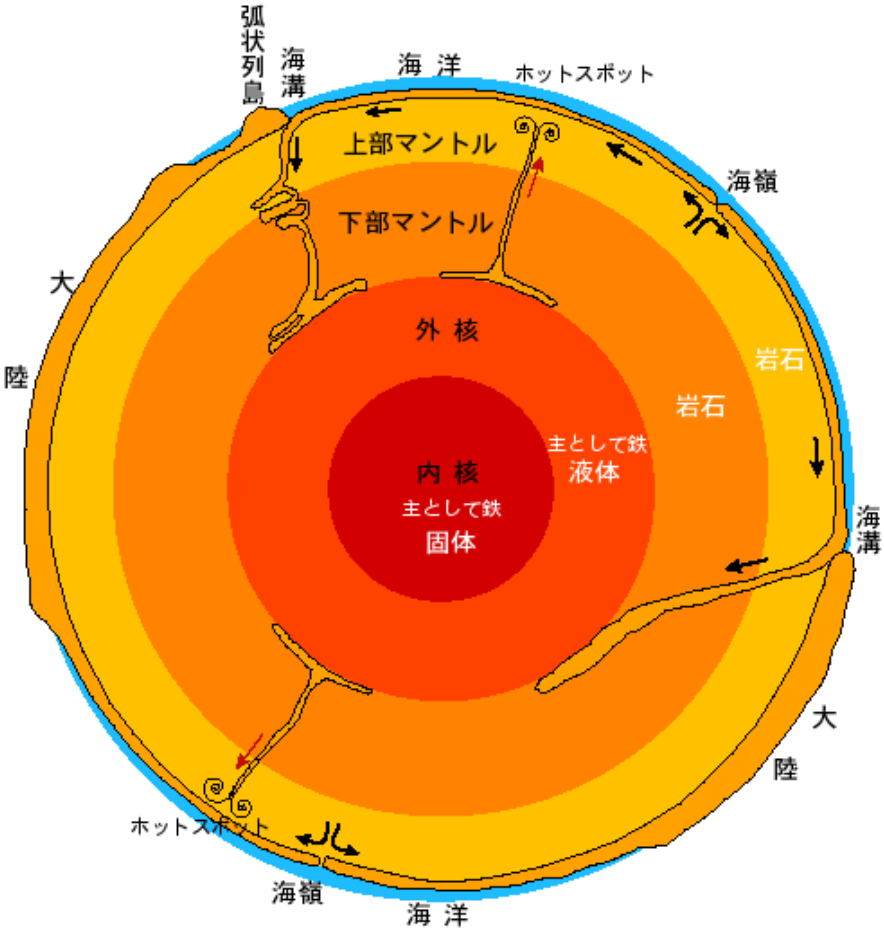
注1：生活用水，工業用水で使用された水は2009年の値で，国土交通省水資源部調べ。
注2：農業用水における河川水は2009年の値で，国土交通省水資源部調べ。地下水は農林水産省「第5回農業用地下水利用実態調査」（2008年度調査）による。
注3：四捨五入の関係で合計が合わないことがある。

出典：国土交通省水管理・国土保全局水資源部ウェブサイト，日本の水収支より作成。
http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/c_actual/actual01.html（2014年2月現在）

図 2.1　日本の水資源賦存量と使用量

2.1.3　地圏

- 核(深さ2900-6370km）
  - 高温の金属
- マントル：対流(5cm/年）
  - プレート
- 地殻（厚さ20km）
  - 土壌

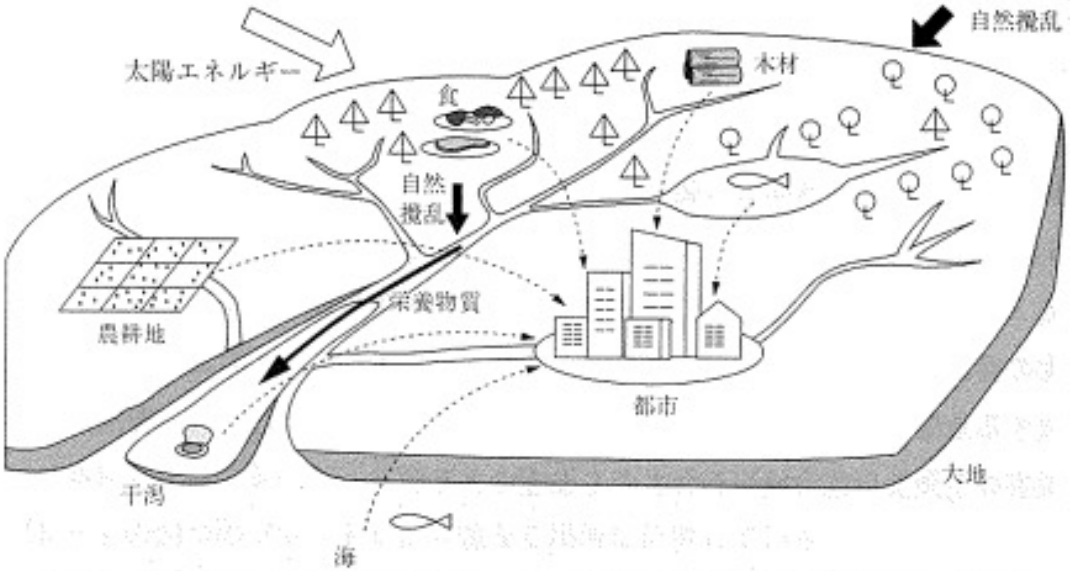


- 地形の形成
  - 地盤運動，火山活動，風，波，河川

2.1.4　生物圏(生態系)

- 撹乱
  - 自然撹乱
  - 人為撹乱

- 生態系サービス
  - 供給
  - 調整
  - 文化
  - 基盤
  - 保全



山（森）：ブナ林・深い土壌
↓
川：水・土砂・落葉・デトリクス（生物や微生物の遺体，有機物粒子など）
↓
草原・農耕地・湖沼（里）：田は稚魚のゆりかご，里山は適度な間伐・林床の掃除が不可欠。獣による被害（シカ・イノシシ・アライグマなど）が生じている。放置しても生態系がもとにもどるわけではない。
↓
都市・海

図 2.2　流域の生態系の構造イメージ[5]

2.1.4　生物圏(生態系)

- 生物としての人間
  - 呼吸　1日1.5-2万L，体内に入る物質の8割以上
  - 水　　身体の60%，1日2.5L，一生で6万L.
    - 摂取(飲用1.2L,食物1.0L，体内酸化0.3L）
    - 排出(尿1.4L，大便0.4L，汗と呼吸0.7L）
  - 食料　2000-2500kcal/日，1.3~1.4kg/日

考えてみよう

　災害で水道などが途絶した場合，都市には最低限どのぐらいの物資を運びこまなければならないか？

　それをトラックで行う場合，都市につながる道路は十分だろうか？

２．２．都市の形成

- 都（みやこ・宮処）政治・行政の中心地
  - 王城都市
  - 城郭都市・城下町
- 市（いち）経済・交易の中心地，文化のるつぼ
  - 交易都市
  - 港町

- さまざまな人々が出会い，新しい価値を生み出す場：交通の便利さと表裏一体

経済発展の原動力

- 経済活動では知識や情報交換が重要に
- コミュニケーション活動が不可欠
- 人々が忙しくなり，時間価値が増すとコミュニケーションがより困難になる

- この問題を解決できなければ経済の発展は続かない！

交流と人間関係

- 業務の交流は人間関係のあるところに流れる
- 人間関係を使って仕事の目的を達成するための交通　→ 通信に置き換わる
- 人間関係を作ったり,修復するための交通

→ 時間や場所を共有するのが一番
対面接触が有効・通信には置き換わりにくい

新しい人間関係構築の方法

- 通常は時間と空間を共有する（会う）
- 同郷／同窓がきっかけになる
- 同じ場所に対する認識／記憶の共有
  - ランドマーク
  - 歴史的空間
  - 共有できる風土

2種類の買物行動

- 買物は、欲しいものを手に入れるために、時間とお金を消費する行動
- すでに知っている商品を安く確実に手に入れるための買物行動（計画的・防衛的調達）

大型店有利→ 通信販売、Internetに置き換わる

- 今までに知らない商品に出会い、発見する買物行動（衝動的・挑戦的買物）

→ 対面接触が有効・店頭販売が有効

2種類の商業形態

原田英生（流通経済大学）

- ストア（倉庫storehouseに売場がついたもの)
  - 防衛的「調達」に対応
  - 多くの品を確実に安く提供→店舗面積の増加
  - 都心の高い立地コストではペイしない

- ショップ（工房workshopに売場がついたもの）
  - 挑戦的「買物」に対応
  - いかに新しい商品との遭遇を提供するか
  - 消費者に商品知識を与えるような店舗

都心衰退問題への対応策

郊外部にない魅力を提供する

郊外部の大規模店舗にない魅力で勝負

- Store型ビル　から　Shop型路面店へ
- 都心の美術館、文化施設、祭り、講演会、コンサート
- 高層建築物、界隈の魅力のアピール、夜景の活用、子供向き都市探検ツアー

長期的な都市居住、歴史性の活用、界隈の再生などの努力必要

2.都市づくりと交通の重要性

- 食料を自ら生産しない人々の居住
  - 余剰生産物が作れること
  - それを運び込めること
- 交通が便利な場所に都市ができる（いち）
  - 街道の交わった場所、港町
  - 駅前

- 自動車の増加と、都市空間の変容

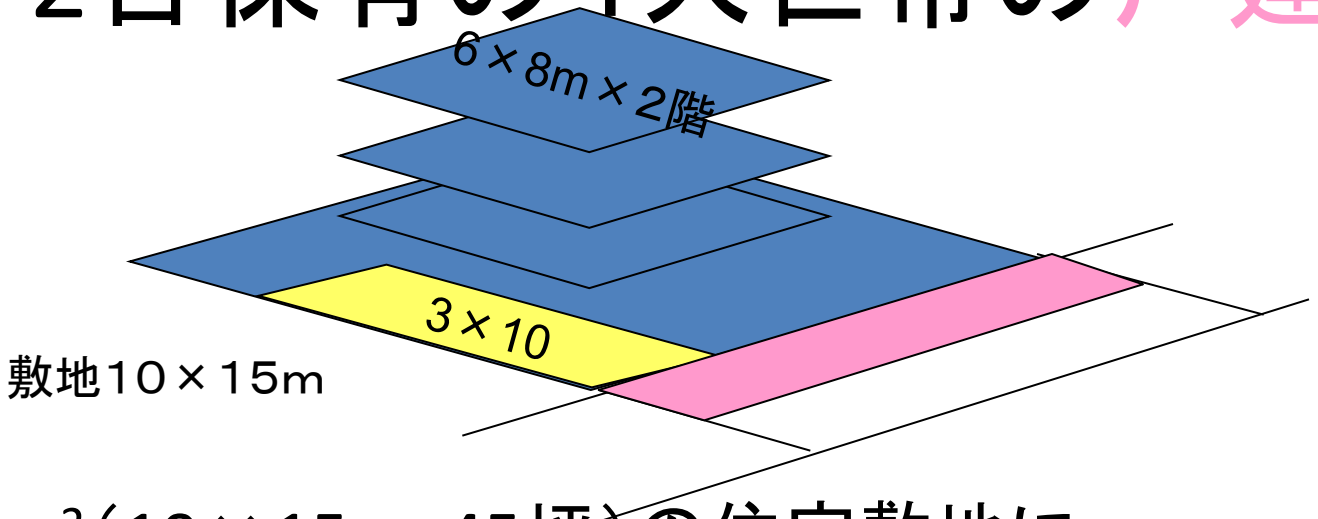
自動車が必要とする駐車空間

- 標準的な自家用車は幅1.7m×長4.8m
- 最小でも、2m×5mは必要
- 通路部分も考えればその1.5～2倍

20m^2/台程度必要

都市のかたちに
どのような影響があるか？
考えてみよう！

2台保有の4人世帯の戸建住宅



- 150m²（10×15m：45坪）の住宅敷地に
  50m²の建築面積、100m²の床面積(容積率60%）
  居住密度4人/(150+30)＝1/45＝0.022人／m2
  建蔽率48/150＝32%
- 2台の駐車スペースで30m²（建築面積の6割）
- 道路幅6m×接道10m÷2＝30m²
  道路率30/(30+150)＝1/6=16.6%

集合住宅になると

- 居住部分80m^2＋共用部分30m^2=110m^2
  5階建ての場合、建築面積110m^2
  床面積は550m^2（×5）
- 1世帯2台で駐車スペース200m^2（20×10台）

- 建築面積の2倍ぐらいの駐車場面積必要！
- 居住階数の約半分の駐車階が必要

商店（大型店）の場合

- 「大規模小売店舗立地法(平成10年)」では、「大型店の出店に関しては、交通･環境問題への対応、計画的な地域づくりとの整合性の確保が必要である」
- 小売店の設置者は、あらかじめ、
  - 駐車需要の充足等による住民･業務の利便確保
  - 騒音の発生等による周辺生活環境悪化の防止

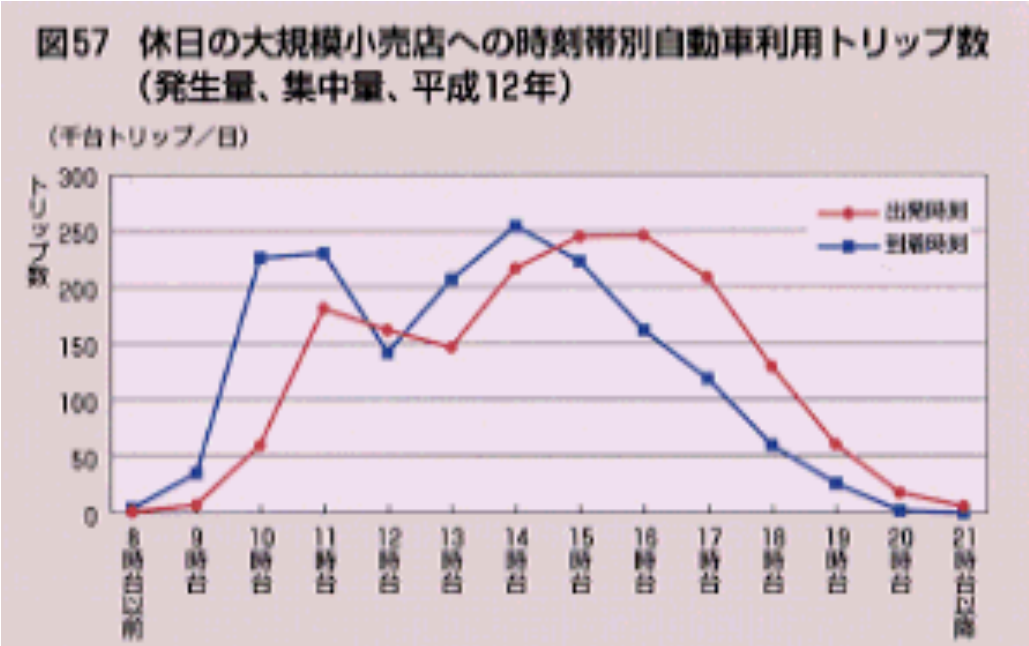
  についての計画を立て、市町村･県の承認を得ることが必要とされている。

大規模小売店の
駐車スペースの計算基準

- 店舗面積当り日来客：1400～1100人/千m^2
- ピーク率(最大来客時間帯：休日の10-11時）
  (ピーク時間帯来客数／日来客数)15.7%
- 平均駐車時間係数　1.75時間
- 平均乗車人員（平日1.5人、休日2.5人)
- 自動車分担率が問題
  （商業地区30%、それ以外60%）

大規模小売店への交通実態
（京阪神都市圏2000年）

ピーク率7.5%、自動車分担率：53%
駐車時間係数は2時間



注）買い物目的で大規模小売店（スーパー・デパート・ホームセンター等）へ自分で自動車を運転したトリップについて集計。

資料：第4回京阪神都市圏パーソントリップ調査

大規模小売店の計算例

- 仙台市（商業地区以外）の売場面積2万m^2の店舗を設置しようとすると、
- 駐車台数

  1.4×20000×0.157×1.75／2.5×0.6＝3077×0.6＝1846台
- 駐車スペース

  1846×20＝37000m^2
- 売場面積の2倍弱の駐車スペース！
- 自動車分担率100%なら、売場面積の3倍以上

建物の半分が駐車場の商業ビルの例

2種類の商業形態

原田英生（流通経済大学）

- 多くの品を確実に安く→店舗面積の増加
- 都心の高い立地コストではペイしない
  →安心型ストア型の総合小売業は無理
- いかに新しい商品との遭遇を提供するか
- 消費者に商品知識を与えるような店舗
  →驚きに満ちたショップ型店舗

路面店（せいぜい2階どまり）！

自動車利用社会の都心

- 自動車の利用を前提とすれば、
  建物床面積以上の駐車スペースが必要
  ビルで考えると、半分以上が駐車場階
- 道路にもかなりの面積が必要になる

自動車交通だけでは、都心らしい都心は作れない

自動車が完全自動運転か、
折りたたみ式、
持ち運び可能になれば・・

自動車交通を前提にした、都市の「かたち」とは・・・

機能主義
Le Corbusier
ル･コルビジェ
「緑の都市」
「明日の都市」
「輝く都市」
(1930)

- パリ３００万人の現代都市。
  （都市の中心部、外周部、外縁部からなる田園都市の３地区から構成される矩形市街地。）
- 工業化社会に対応して、高架高速道路と高層住宅によって、広大なオープンスペースを残し、太陽の光にあふれた居住空間を確保する。

チャンディガール(インド)

Ｊ・ジェイコブス
「アメリカ大都市の死と生」（1961）

- ル・コルビジェのような機能的、無機的な都市論を批判
- 住むこと、生活することが先にあって、都市の形態はその生活をよりよきものにするために形作られなければならない
  - その１：場所は１つの機能だけでなく、
    さまざまな機能をもつ
  - その２：街中のブロックは短くし、
    街路を曲がる機会が頻繁になるように
  - その３：地区には年代の異なった
    様々な状態の建物が混在
  - その４：できるだけ人口密度は高い方が良い

ブラジルの2つの都市

- ブラジリア
  - 機能的に設計された人工都市
  - コルビジェの構想を実現した
  - 世界で唯一の20世紀につくられた世界遺産
- クリチバ
  - イタリア移民が作った町
  - 日本人移民中村ヒトシ市が計画に貢献
  - TOD(公共交通指向型開発）

Brasilia

Capital of the 20th century.

Dr. Makoto Okumura

T.S.G., Hiroshima University

JICA/CEFTRU Project,Univ.of Brasilia

Major Cities

Sao Paulo	10.41 mil.
Rio de Janeiro	5.85
Salvador	2.44
Belo Horizonte	2.23
Fortaleza	2.14
Brasilia	2.04
Curutiba	1.59
Recife	1.42
Manaus	1.40
Porto Alegre	1.36
Belem	1.28
Goiania	1.09

IBGE(Year 2000)

Aim of Capital Movement

Protect ability -- to avoid bombing from fleets.
Nationalism -- to build a Brazilian original capital.
Climate -- Rio de Janeiro was hot and humid.
Geographical -- capital at center of the nation.
Development -- to stimulate inland developments.

Don Bosco's foresight in 1833
"Capital will be located between 15 to 20 degree South."
The Constitution in 1891
"14,400km^2 area will be selected on the central plateau."

New Capital Location

15°30'—16°03'S
1,170m
Wild dry field.

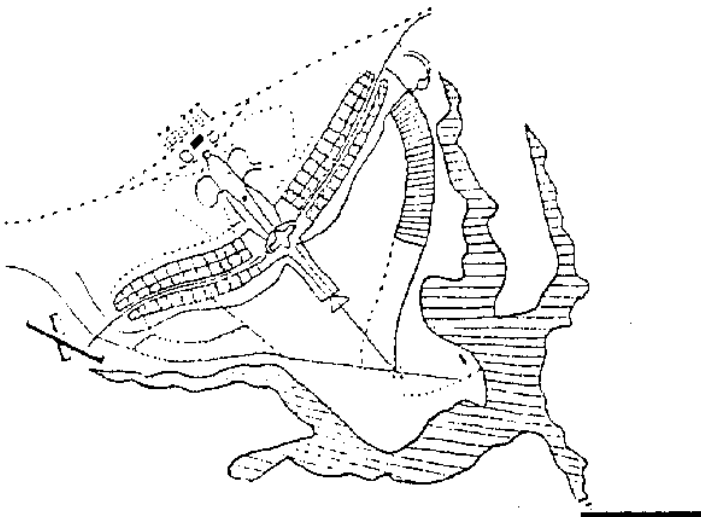
6 experts gave scores to 5 alternative locations.

867 present location
800, 784, 684, 636.

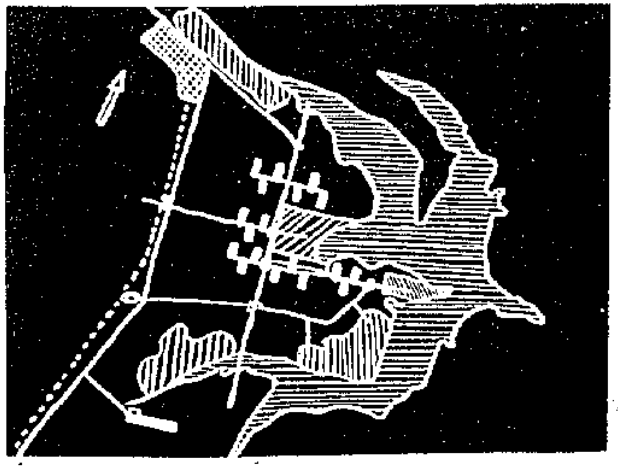
Pilot Plan Contest in 1956

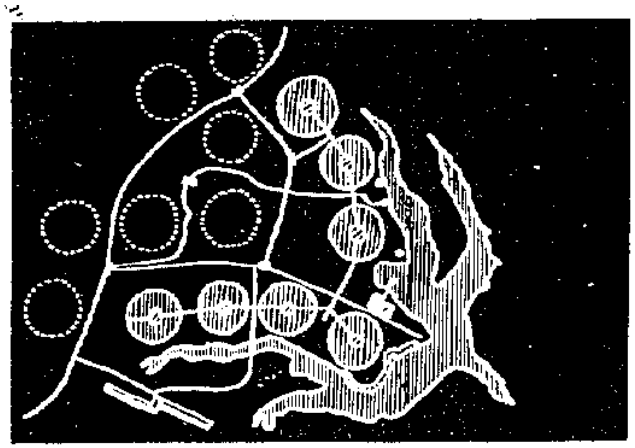
26 proposals were evaluated by the committee of 4 Brazilian and 3 foreign architects

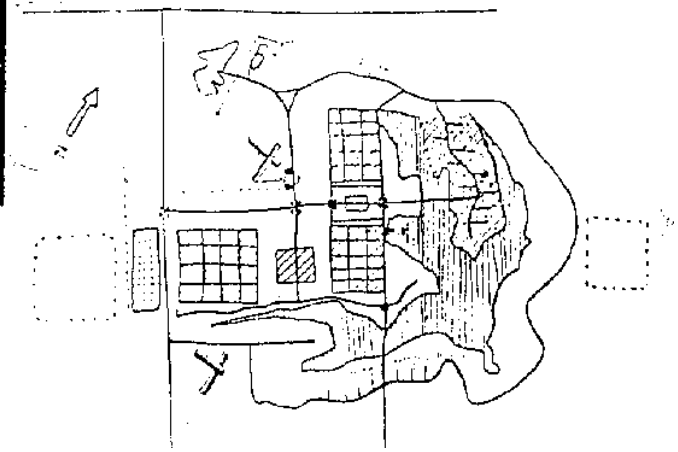
Plan by Lucio Costa won the contest and got $15,000.



Other 3 plans in final selection

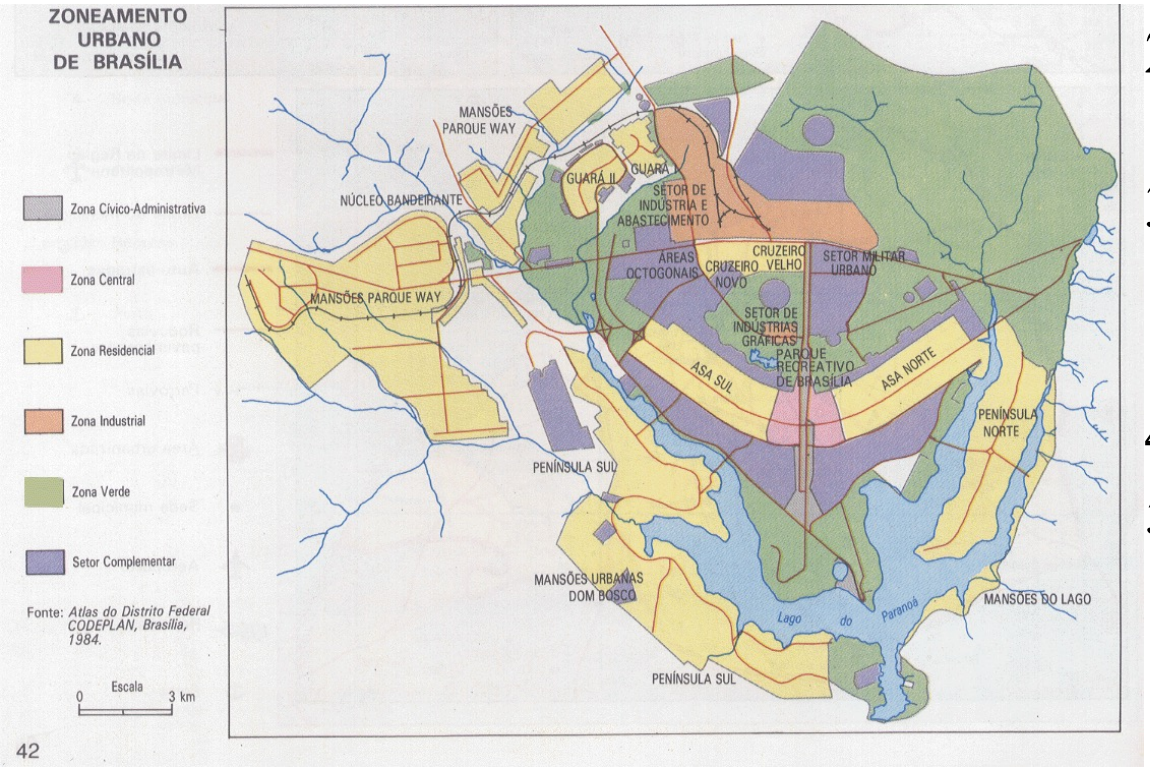






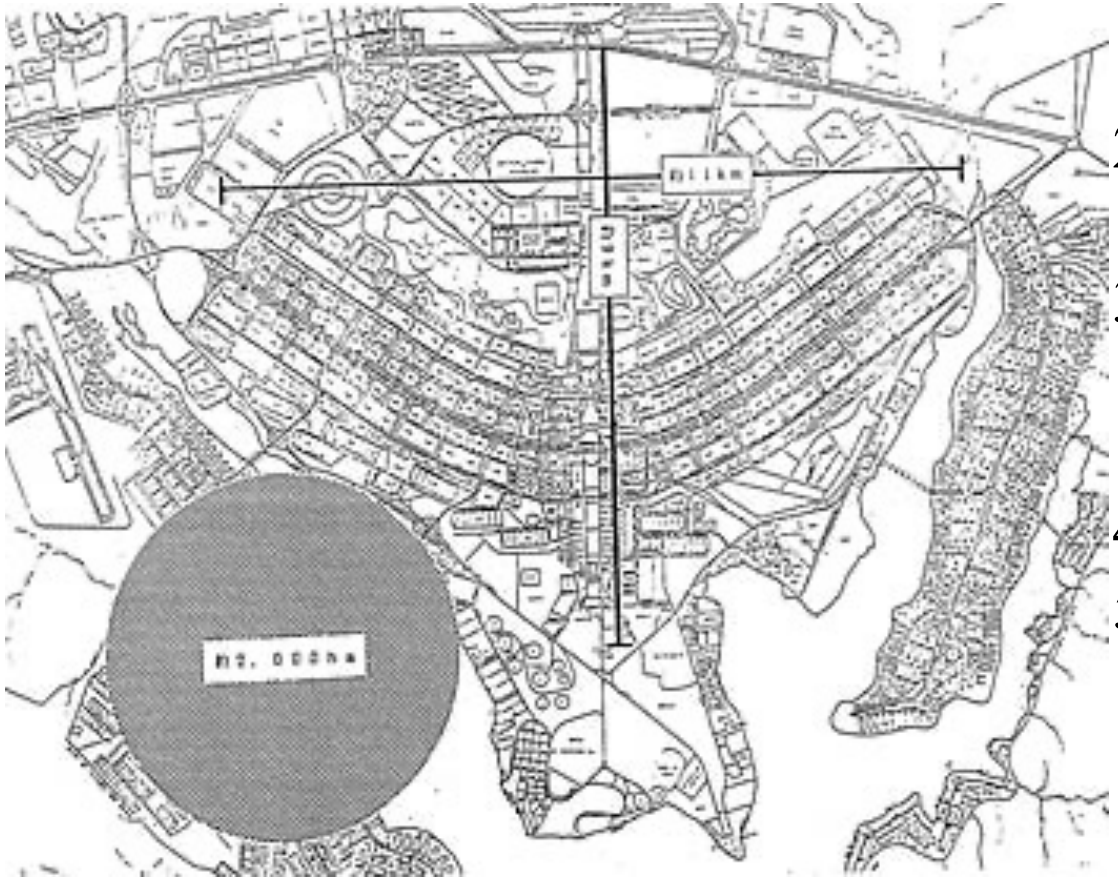
その他の入選案

Plano Piloto



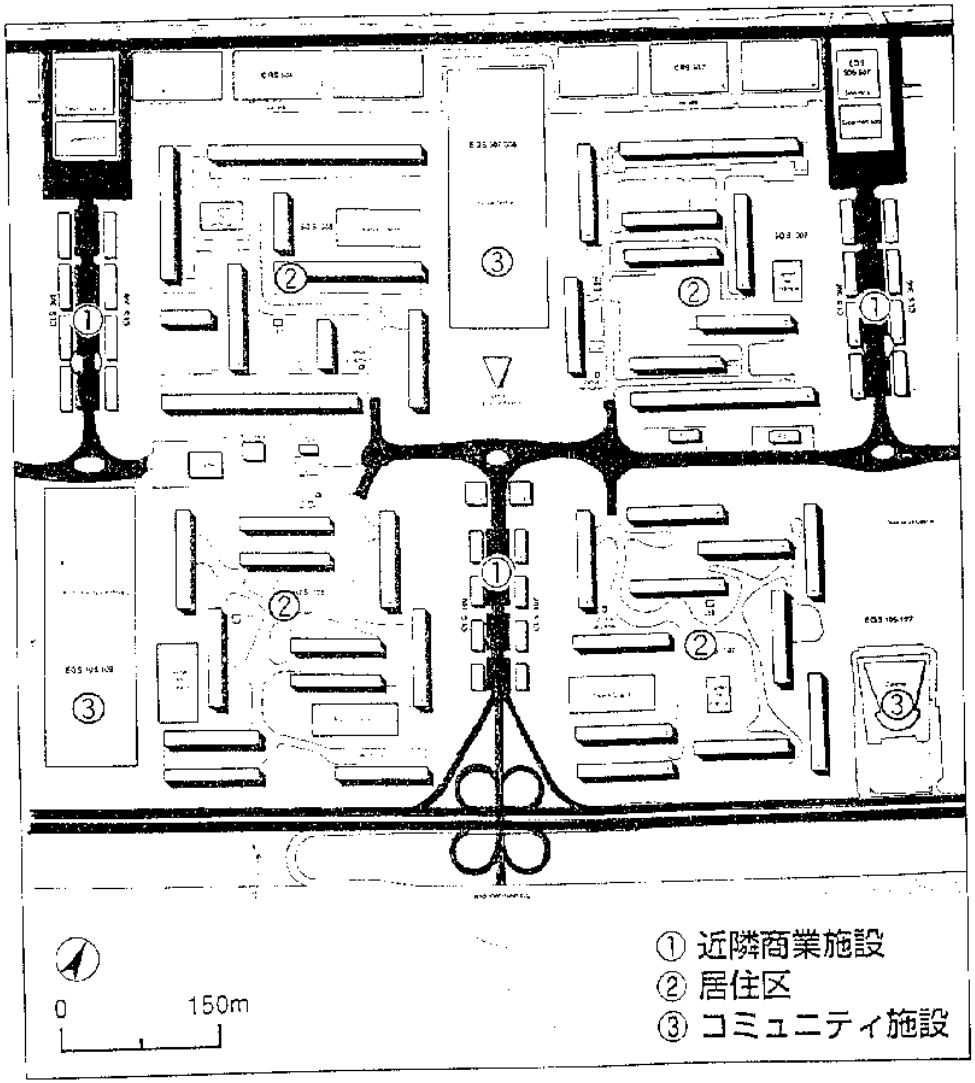
1. Population 221,000
2. Paranoa Lake, 80m deep, damed the river of 4m wide.
3. Road Network hierarchical network without signal control
4. Strict functional zoning
5. Super blocks
   240m x 240m, 3,000 pop.
   11 apartments
   15% of land coverage.

Plano Piloto



1.Population 221,000
2. 2.Paranoa Lake, 80m deep,
damed the river of 4m wide.
3.Road Network
hierarchical network
without signal control
4.Strict functional zoning
5.Super blocks
240m x 240m, 3,000 pop.
11 apartments
15% of land coverage.

Super Blocks



Built in 3 years

1960.4.23 Opening Ceremony was conducted. Congress, Presidential Office, Supreme Court, and Military Headquarter were transferred. Ministry offices and embassy offices have not Yet moved, then.

In 1965, the government stimulated the ministry workers to live in Brasilia, by doubling the salary for who lives in Brasilia, rather than Rio de Janeiro.

Positive and Negative Evaluations

NEGATIVE

1. Too much standardized design lacks human atmosphere.
2. Political function apart from economical (in Sao Paulo).
3. Tremendous investment (US$6.5bil.) resulted the inflation and economical bankrupt of Brazil.
4. Lead the decline of the former capital, Rio de Janeiro.

POSITIVE

1. Relocation from Rio de Janeiro itself can be meaningful.
2. Inland area development were stimulated (road, airway, telecommunication networks, Cerado agriculture project).

Central Axis

4+6+4=14 lanes.
Connects by
two level ramps.
On Sundays and
holidays,the central
6 lanes are opened
for pedestrians.

Monumental Axis

6+6 lanes.
Several monuments

Central Bus Terminal

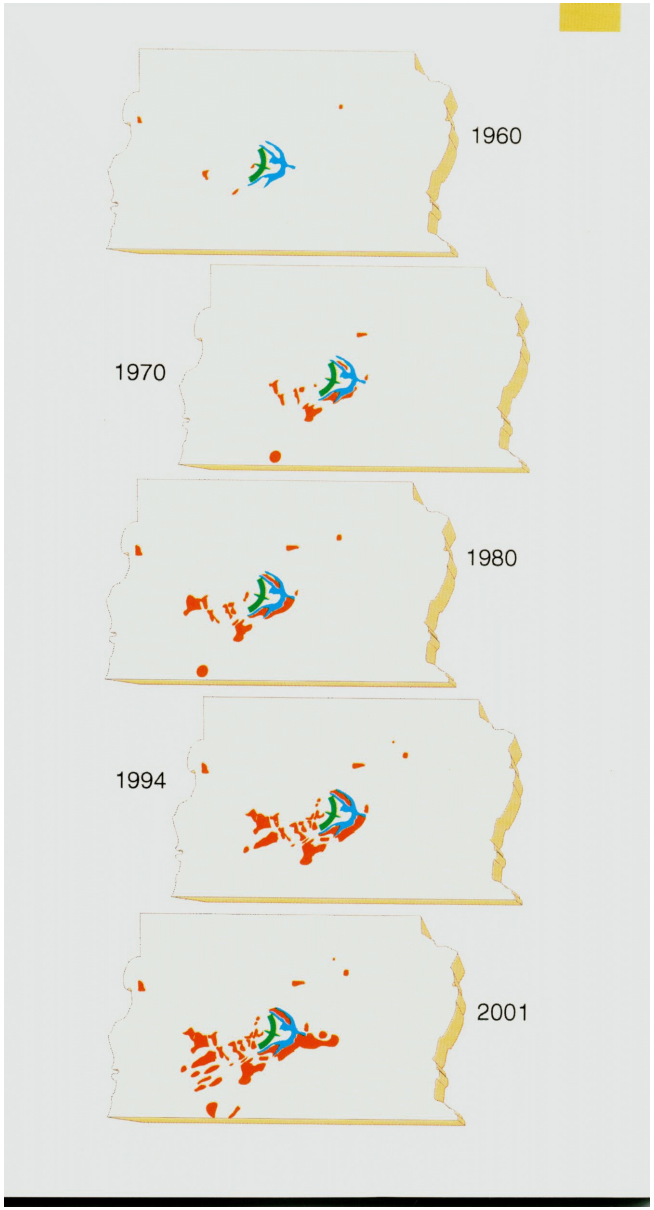
Point where two axes meet.
Bus lines inside D.F.

Bus service in Brasilia

6 companies operate in Brasilia.

R$1.0-1.6 (60 – 100yen)

Satellite Cities

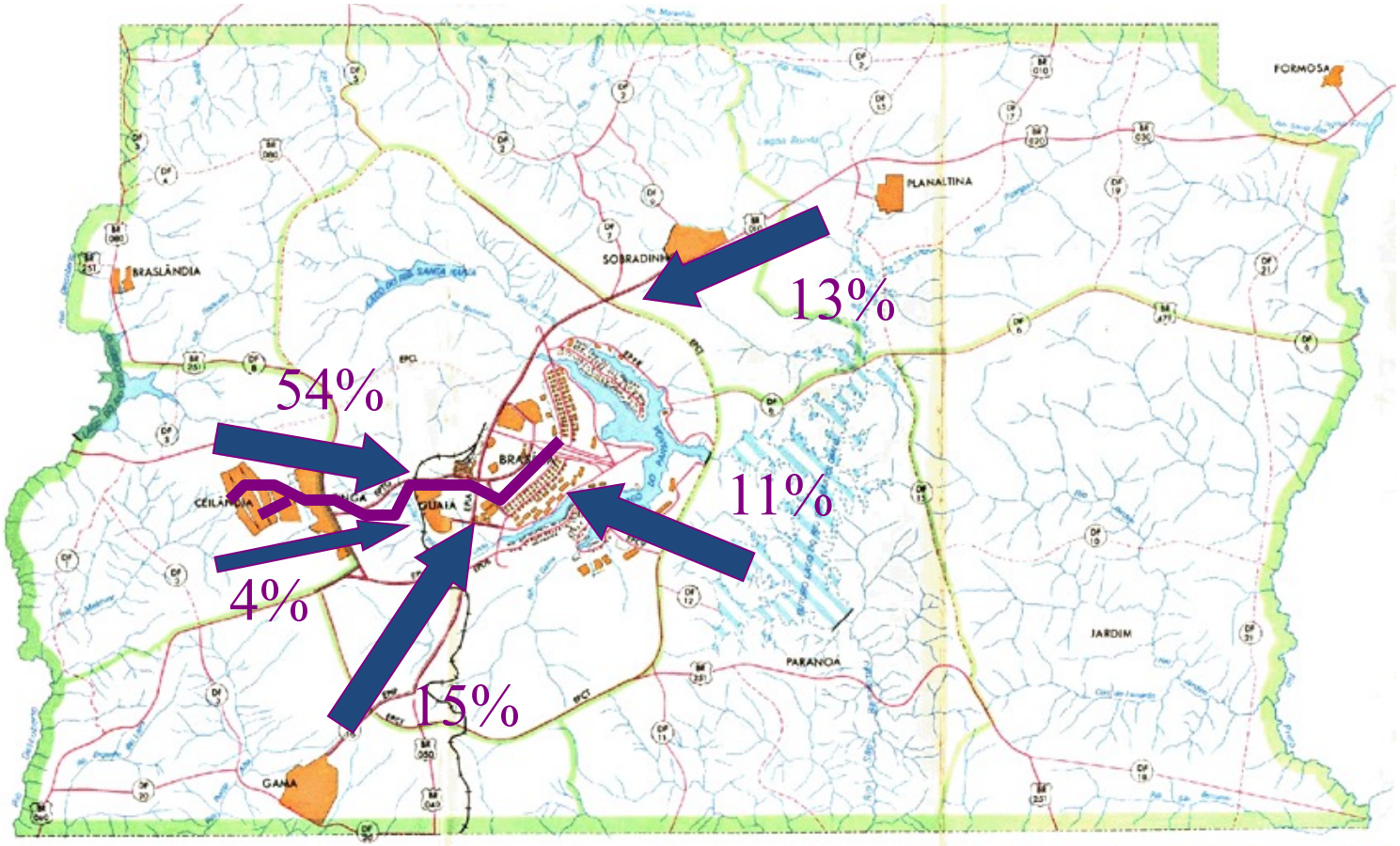


Costa did not consider
the birth of satellite cities.

Brasilia 280,000
(Plano Piloto 220,000)

Satellite Cities 1,760,000
Total 2,043,000 (in 2000)
2.9% per annual growth

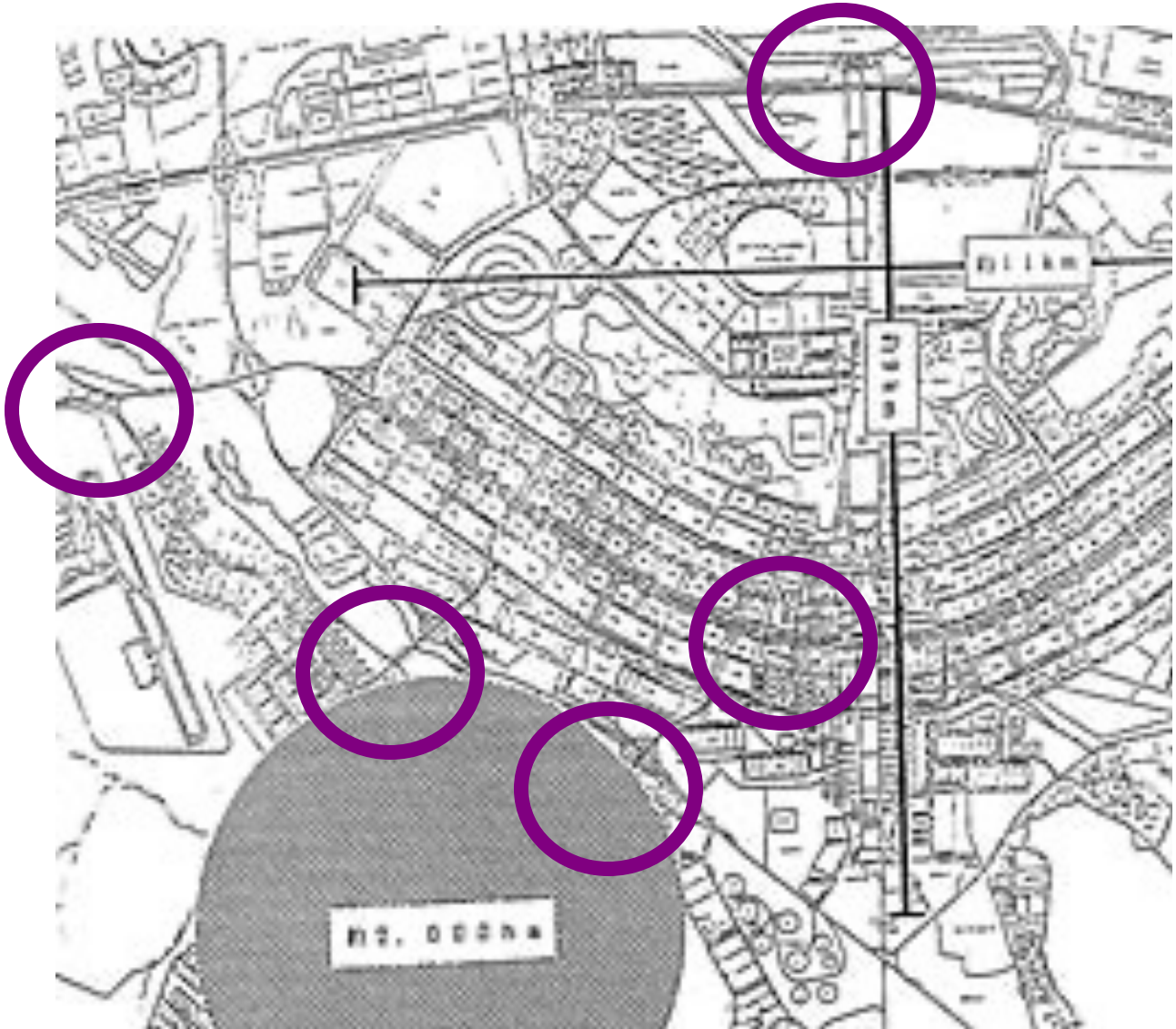
Satellite Cities



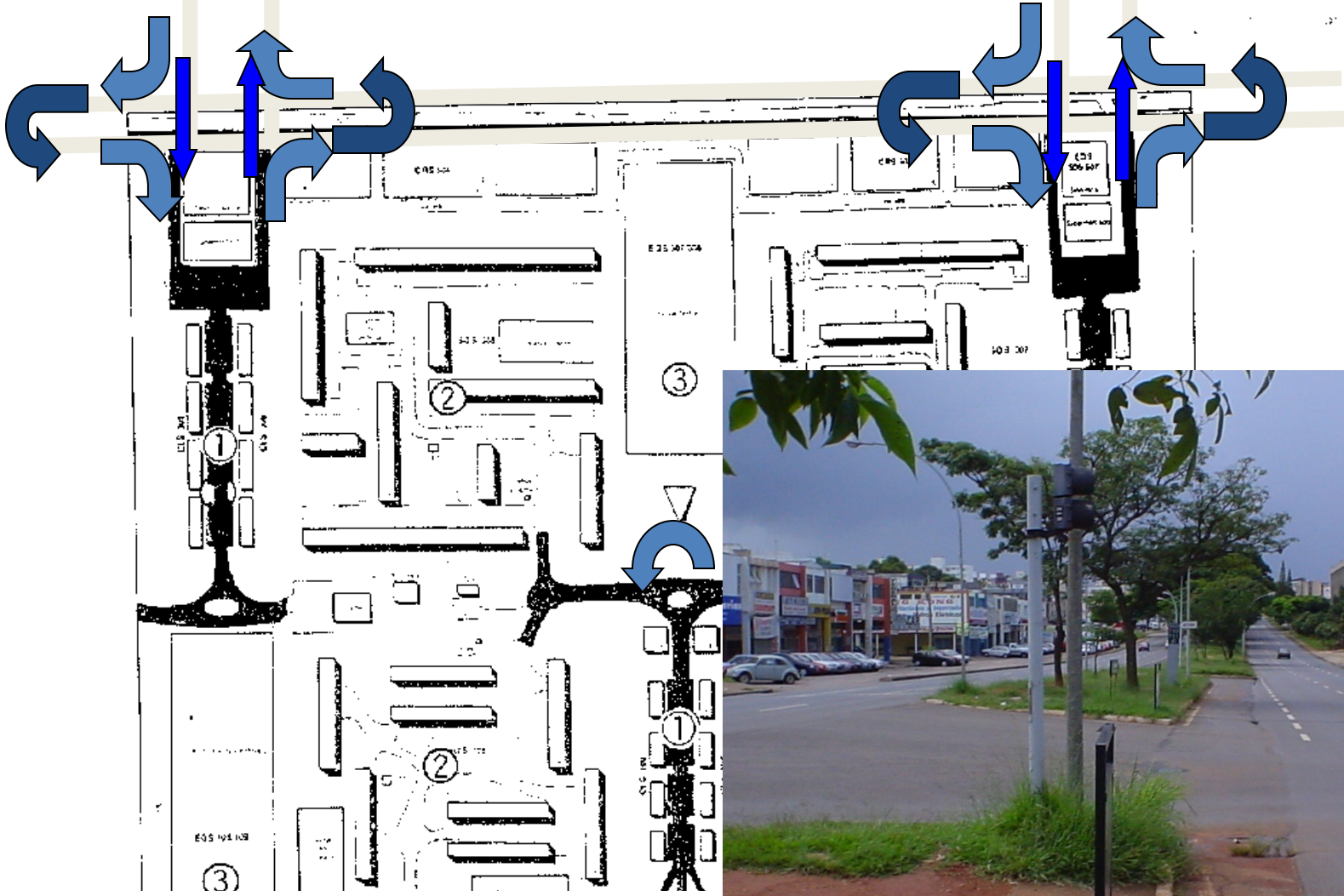
Subway

Open in March 2001
Monday-Friday,07-20h
Several stations are not yet in service.

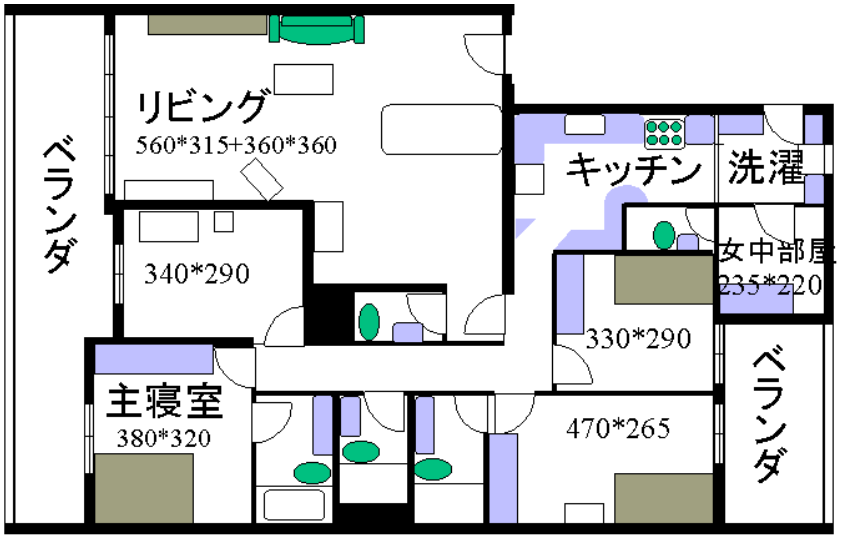
Bottle Necks !!



No Left Turns



Apartments in ASA Sul-Norte



The Cernival

Home town for none.

Many Government workers temporarily inhabit in Brasilia.
There exist small number of Brasilianese
Location cost is higher than other cities.
No Strong Industries.
DF cannot gather enough tax (week fiscal power).
Fiscal situation of D.F. is very bad.

Privatization, Deregulation
Some of these problems will be solved by time.

Ｊ・ジェイコブス
「アメリカ大都市の死と生」（1961）

- ル・コルビジェのような機能的、無機的な都市論を批判
- 住むこと、生活することが先にあって、都市の形態はその生活をよりよきものにするために形作られなければならない
  - その１：場所は１つの機能だけでなく、
    さまざまな機能をもつ
  - その２：街中のブロックは短くし、
    街路を曲がる機会が頻繁になるように
  - その３：地区には年代の異なった
    様々な状態の建物が混在
  - その４：できるだけ人口密度は高い方が良い

Kenworthy 持続可能な都市

- アメリカの自動車利用による郊外への低密度な市街地な拡大に対する反省
- 高密度な居住を推奨

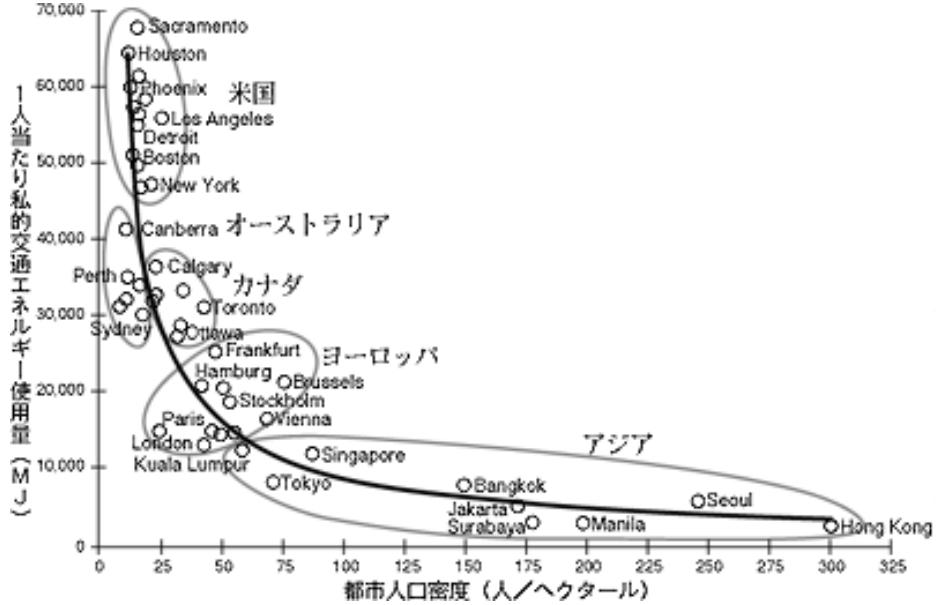
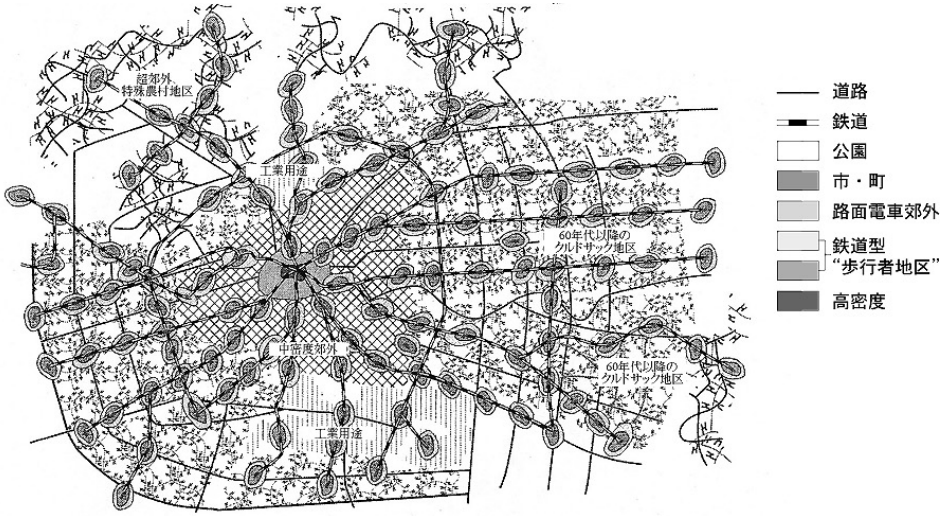


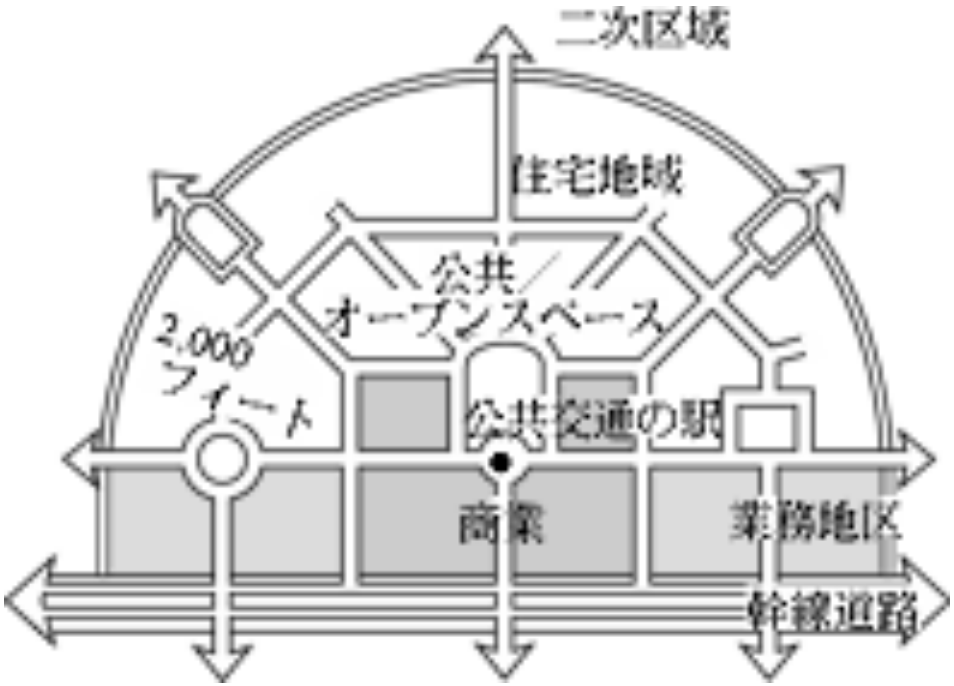
図1　世界主要都市における都市人口密度と1人当たり私的交通エネルギー使用量（1990年）



Kenworthy Neumann の未来型
持続可能な都市（串と団子）

P・カルソープ
「公共交通指向型開発」

- 公共交通を軸にした開発
- コンパクトシティーを指向



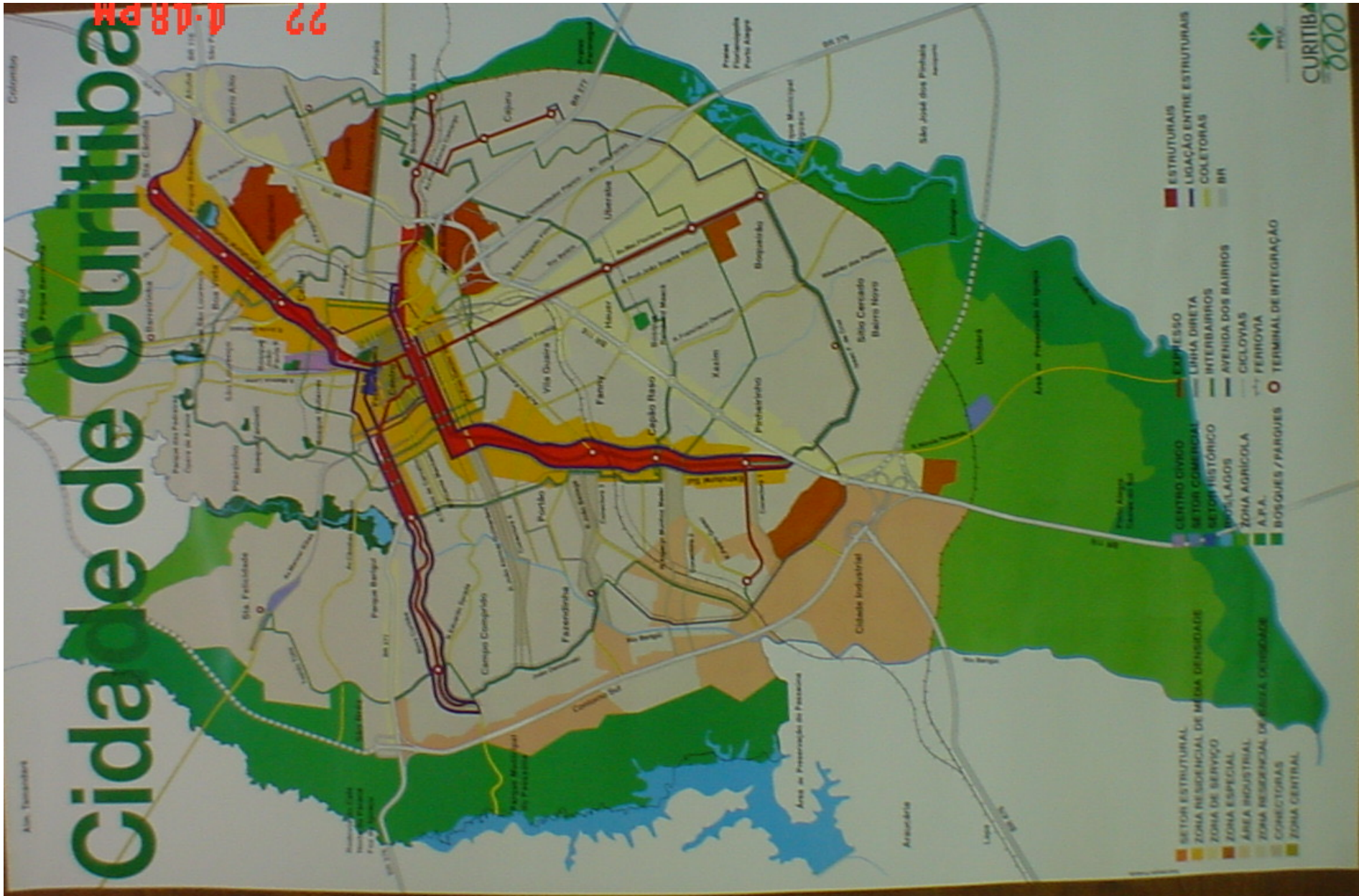
公共交通指向型都市開発

- TOD:　Transit　Oriented　Development
- 公共交通路線の周囲に（のみ）、高密度な土地利用を許可
- 駅周辺に(病院学校等の)公共施設を配置
- 公共交通を支えるニーズ（需要）を確保する

- 公共交通に、優先的な通行権を与える

- 例　Curitiba市（人口１２５万人、ブラジル）

Curitibaの都市計画図



Transit Oriented Development

Curitibaのバスシステム

- Transit Oriented Development 政策
- 機能的なバス路線網
- バス専用レーン
- 連接バス車両 (3車体=270 人)
- バリア・フリー設計 (チューブバス停)
- 公共監視下での私営企業による運営

CURITIBA

Rede Integrada de Transporte

ALMIRANTE TAMANDARÉ
CAMPO MAGRO
COLOMBO
PINHAIS
CAMPO LARGO
SÃO JOSÉ DOS PINHAIS
ARAUCÁRIA
FAZENDA RIO GRANDE

TERMINAL CACHOEIRA
TERMINAL MARACANÃ
TERMINAL BARREIRINHA
TERMINAL SANTA CÂNDIDA
TERMINAL BOA VISTA
TERMINAL SANTA FELICIDADE
TERMINAL CABRAL
TERMINAL BAIRRO ALTO
TERMINAL CAMPO COMPRIDO
TERMINAL CAMPO DO SIQUEIRA
TERMINAL CAMPO DA ARAUCÁRIA
TERMINAL AUTODROMO
TERMINAL OFICINAS
TERMINAL CENTENÁRIO
TERMINAL FAZENDINHA
TERMINAL HAUER
TERMINAL CAPÃO RASO
TERMINAL CARMO
TERMINAL BOQUEIRÃO
TERMINAL ANGÉLICA
TERMINAL FAZENDA RIO GRANDE

LEGENDA

PONTOS DE INTERESSE

URBS CURITIBA PARANÁ COMEC

幹線バス路線網

1974, 1977 1980　年に開業
70kmの路線があり、チューブ式バス停

チューブ式バス停

幹線路線上400m間隔

料金収集係が1名勤務

バリアフリーな設計

- 身障者用リフト+バス内部からの踏み板

バス専用レーン

都心部のバス専用道路

バス逆行レーン

連接バス車両

- ３車体 : 南北幹線 (1992年から)２７０人
  (第３車体の車輪が逆ステアする)
- ２車体: 東西幹線 (1980年から)１８０人

共通運賃システム

- 運賃は最初のバスかチューブバス停入口で支払う. (R$1.25 = ¥75=US$0.60)
- チューブバス停や乗り換えターミナルでは自由に乗り換え可能
- 収集した料金は交通公社 URBSへ.
- URBS は、運行を請け負う民間企業に走行距離に基づき配分する
- URBS は各民間企業のパフォーマンスを測るため乗客の満足度調査を毎年実施