

工業系 學部の 數學教育에 대한 小考

李 道 源

目 次

1. 序言
 2. 工學과 數學
 3. 工學系學部에서의 數學教育
 - (1) 問題點의 提起
 - (2) 各國의 研究狀況
 - (3) 工學系 數學 curriculum 試案
 4. 結言
- 別表：工學系 數學 curriculum 案
附錄：各國의 數學教育研究概要

序 言

經濟開發計劃達成과 重化學工業育成을 위한 長期人力需給對策으로 數年前부터 理工系大學定員이 大幅增員되었다. 또한 高等教育改善計劃의 一環으로 各學科에 대한 教育課程이 研究檢討되어 模型教科課程이 作成되었다.

理工系學部에서 專攻分野의 基礎科目인 數學은 그 學點比重이 專攻科目外 他科目中에서 제일크다고 본다. 더우기 모든學科에 대해서 適用되므로 大學全體로 볼때 數學教育量은 대단히 많아졌다. 또한 날로 進展하는 科學技術에 따라 工學의 各 專門分野에서 要求하는 數學도 多樣化하고 있어 이제 工學部에서의 數學教育은 量的質的으로 膨大 伸長하게 되었다.

1960年代에 歐美, 日本 等에서는 大學課程의 數學教育에 대한 再考, 刷新이 일어 適當한 模型을 만들었다.

筆者는 우리나라의 教育制度, 高校教育課程이 비슷하고 高度産業化한 發展過程이 우리보다 앞서있는 日本을 參考하여 日本著名大學의 工學部에서의 數學教育을 考察하고 우리나라 實情을 參酌하여 工學系의 數學教育에 대하여 記述하고자 한다.

2. 工學과 數學

工學部에서 數學을 履修하는 目的은 工學의 諸問題를 數理的으로 解析하는데 必要한 基本的인 數學의 手段을 習得하기 위함이다. 그러나 茫漠한 工學解析의 넓은 部門을 모두 包容할 수 있는 數學分野를 全部 取扱한다는 것은 無理한 일이다. 數學과 工學의 關聯性

에 대하여 美國의 Th. von Kármán은 數學과 工學의 諸問題 間의 對應을 아래와 같이 提示하였다[1].

數學과 工學의 關聯題目

數學의 諸分野	工學上的 諸問題
Vector 代數와 一次聯立方程式. tensor와 行列. 代數方程式. 常微分方程式의 初期值問題. 初等演算子法.	engine 關係의 動力學과 有限自由度系의 振動. 回轉電氣機械.
常微分方程式과 그境界值 問題. 固有值와 固有函數. 直交函數系에 의한展開. 單一積分에 관한 變分法	보의 平衡, 座屈 및 調和振動. 破壞振動數와 破壞速度. 物質, 電氣 및 熱의 1次元 定常流問題.
複素函數論. 等角寫像. 對數 potential.	2次元의 速度場, 電磁場 및 溫度場.
veoter 解析과 tensor 解析. 橢圓形偏微分方程式과 그 境界值問題. 直交函數系에 의한 展開. 積分方程式. 多重積分에 관한 變分法.	彈性體의 應力分布: 板과 殼의 平衡, 座屈 및 調和運動. 3次元 흐름과 場의 問題.
拋物形 및 雙曲形 偏微分方程式. 高等演算子法	非定常熱傳導 現象과 波의 傳播(流路內에서의 變하는 흐름. 管路의 水擊現象. cable 內의 波動現象, 固體 및 流體內의 波動, 電磁波).

위 表에는 廣範한 工學的 諸問題가 포함되어 있지만 그 대부분은 線形問題이기 때문에 數學的 解法도 비교적 確立되어 있다고 본다. 그렇지만 工學者나 技術者로서는 위 表의 數理解析法을 모두 精通하게 理解하고 驅使한다는 것은 容易한 일이 아니다. 대개의 경우 工學上的 諸問題는 복잡한 系統을 취급하기 때문에 嚴密解를 구하는 것보다 오히려 近似解를 얻는쪽이 큰 比重을 차지하고 있다. 일반적으로 工學者나 技術者가 提起한 問題를 解決하는 方法은 그 問題의 本質에 영향을 주지 않는 범위에서 適切히 線形化하여 처리하는 方法을 채용하고 있는 것이 보통이다.

그러나 現今 工學의 發展에 따라 適當한 線形化를 생각할 수 없는 즉 線形化가 現象의 本質에 영향을 주는 問題가 많이 나타나게 되어 非線形問題의 취급이 重要하게 되어가고 있다. 일반적으로 非線形 問題는 그 解의 存在와 一意性을 數學的으로 證明하기는 困難하며 또한 解法 自體도 體系化되어 있지 않으므로 必然的으로 近似解法이 要求되게 마련이다.

非線形方程式의 研究方法은 攝動法(perterbation method)에 의한 解析의 研究法과 Poincaré로 부터 시작한 位相數學的인 研究法을 들수 있다[2].

그런데 工學에서의 諸 現象을 定量的으로 解明하기 위해서는 그 現象의 本質的 內容을

지배하는 諸法則에 따라 誘導된 方程式을 解析하게 되는데 日人學者 今井는 다음 세가지 경우를 들고있다[2].

첫째는 方程式의 解析이 數學的으로 解決된 것으로서 개별적으로 보면 解析的 또는 數值的인 結果를 구하는 문제이나 現今 電子計算機의 發達로 大量高速處理가 可能하게 되었다.

둘째는 問題의 定式化(方程式의 성립)는 되었다 하더라도 解析的 計算이 困難한 경우로서 이때 變分法에 의한 近似解法이나 攝動法등을 써서 해결한다.

셋째는 物理學이나 工學의 問題가 數學의 새로운 分野를 열게하는 경우로 예를들면 一般相對性 理論이 Riemann 幾何學, 量子力學이 Hilbert 空間論, 電氣工學이 演算子法과 Laplace 變換 등의 發展을 促進시킨 것이며 더우기 工學에 關聯된 문제로 數學에 새로운 分野를 提起하고 있는 것은 非線形 問題이다.

위의 각 경우에 대하여 工學上의 問題를 數理解析하는 데 必要한 數學的 手段을 提供 또는 教授하는 方法으로 通常 두가지를 들수 있다. 그 하나는 數學 各 分野에서 工學에 必要한 部分을 拔萃하여 한 體系를 만들어 여기에 적절한 工學應用 問題를 선택부가하는 것과, 다른 하나는 工學의 諸問題 中에서 代表的인 類例를 部門別로 선출하여 이에 대한 數學的 解法을 提示하는 것이다. 이 가운데 前者의 方法이 많이 通用되었으며 이에 대한 著書도 名著가 많이있다.

3. 工學系 學部에서의 數學教育

(1) 問題點의 提起

大學에서 工學專攻科目을 履修하기에 앞서 必要한 數學科目을 먼저 履修, 習得하게 되는 데 限定된 4年間の 過程에서 專攻專門分野에 適用되는 數學科目을 모두 履修한다는 것은 實際 不可能한 일이다. 그러므로 最小限의 要求를 充足할 수 있는 能率的인 教科課程의 樹立이 要望된다. 그러나 工學專攻分野에 따라 數學要望度가 다르며, 大學마다 각기 特色에 따라 履修學點 構成比率에 差異가 있기 때문에 工學系學科에서의 數學教育內容이 劃一的일 수는 없다.

여기서 數學教育을 담당하는 數學教授와 專攻學科의 教授의 數學教育에 대한 見解를 綜合하면 大略 다음과 같다. 專攻學科 教授는 必要한 數學을 可能的 限 많이 履修시키기를 바라고 있으며 內容履修에 있어서도 理論的 展開 또는 嚴密한 解析보다는 工學上의 諸問題의 解析, 解法에 적합한 公式的인 活用方法을 講究하고 있다. 결국 全般的으로 數學 各 分野에 대해서 嚴密性보다는 形式的인 解法의 方向으로 넓은 知識을 要求하고 있다. 이에대해서 數學을 專攻한 數學教授는 通常 嚴密한 理論的 追究에 의하여 一般性, 特殊性, 特異性 등 理論究明에 대한것에 應用, 活用面보다 力點을 두고 있는것이다.

17世紀 以後 解析學의 發展과 自然科學의 急激한 發達過程에서는 數學, 物理學, 工學에 모두 通達한 學者들이 많이 있었으며 解析學의 全盛期 18, 19世紀에는 數學과 自然科學이 相互補完하여 눈부신 結果를 보았다. 이 경향은 20世紀 초반 까지도 계속되었으나,

그後 學問의 專門化, 다시 專門의 細分化가 불가피한 現今에 이르러서는 一人多役의 學問所有를 기대한다는 것은 無理한 要求라고 보게되었다[3].

工學의 發展, 發達로 理論追究와 推理과정에서 必要로하는 數學知識을 數學者에게 依賴하는 것이 通例이겠지만 앞에서 記述한 바와같이 物理學, 工學的要求에 의하여 獨特한 數學分野가 研究되는 경우도 있다.

그러므로 大學에서 工學徒에 대한 數學教育을 생각할때 擡頭되는 點은

- ① 어떤 科目을 開設할 것인가
- ② 內容을 어느 정도로 취급해야 할 것인가
- ③ 教授構成(專攻分野에 따른 區分)은 어떻게 할 것인가.
- ④ 적당한 教材는 있는 것인가

이라고 볼 수 있다.

(2) 各國의 研科狀況

大學에서의 數學教育에 대한 各國의 研究狀況을 살펴보기로 한다.

1965年度에 美國의 CUPM(Committee on the Undergraduate Program in Mathematics)이 大學에서의 數學教育의 一般的인 課程이 報告 되었으며 여기서 數學專攻, 物理科學系, 生物·社會科學系, 教育部系, 計算機科學系, 文科系 등의 推薦 course를 記述하였다[4].

美國과 비슷한 時期에 歐洲에서는 英佛獨伊의 四國聯合의 委員會가 構成되어 “European Student's Record (MATH)”를 編成하여 共通 課程, 純粹數學과 應用數學 課程으로 나누어 curriculum을 만들었으며 이것은 또한 歐洲各國의 學生交流에 活用하고있다[5].

벨지움에서는 學部뿐만아니고 大學院에 대해서까지 論議하였으며, 印度에서는 1960년에 大學程度의 數學教育에 대한 國際會議이 있었고 南北美에서도 數學教育會議이 있었는데 大學程度에 관한 것이었다[6].

日本에서는 1965년에 文部省 研究所 大學에서의 數學教育 研究班을 編成하여 理工系 教養課程部와 專攻課程部에서의 數學教育, 數學科의 專攻教育, 生物·醫藥·社會科學系의 數學教育에 관하여 研究케 하였다[6]. 1977년에 「數理科學」에서 그리고 1978년에는 群馬大에서 工學系 學部の 數學教育에 대한 研究가 있었다[7][8].

앞에서 記述한 CUPM의 數學 curriculum案과 European Student's Record (MATH) 그리고 日本의 大學數學教育研究班이 作成한 理工系教養課程部(1~3學期)의 數學 curriculum 案의 概要를 附錄에 收錄하여 參考에 寄與하고자 한다.

우리나라에서는 1974年度부터 高等教育 改善의 一環으로 教養課程部와 大學의 各學科의 模倣教科課程을 文敎部支援으로 研究하여 發表하고 있으며 數學科 教科課程은 1978년에 發表한 바 있다. 그러나 理工系 學科의 教養課程과 專攻課程을 通하여 基礎科目中 比重이 큰 數學教育에 대하여서는 따로 研究가 없었으며 各 大學에서 自律的 調整에 의하여 數學教育이 研究, 檢討되고 適切히 教育되고 있다.

(3) 工學系 數學 curriculum 試案

大學에서의 數學教育의 論議는 必然的으로 高等學校의 數學教育부터 시작된다. 高校理科系 數學課程과 大學理工系 數學課程이 自然的으로 連結되어야 함이 바람직한 것이나, 高等學校와 大學間의 教育環境의 差와 實際的인 教育目標의 相異때문에 教科課程의 一部重複을 免할 수 없는 實情이다.

高等學校에서의 直觀的인 概念에 의하여 어느정도 익힌 計算能力을 充分히 活用하여 重複過程을 되도록 줄이고 學生들로 하여금 數學에 대한 廣大하고 새로운 視眼을 갖게 하여 數學的 思考의 次元을 높여야 할 것이다.

工學系 教養課程부의 時期를 1學年, 專攻學科에서 數學을 履修할 時期를 2,3學年으로 잡고 全體 履修學點(140~160學點)에서 數學에 割愛되는 必修 또는 강력히 勸獎되는 學點數를 대략 15~20學點으로 보고 數學教育 方案을 論議하고자 한다.

工學系學科에서 要求되는 數學科目中 履修 可能한 것을 便宜上 다음과 같이 4群으로 나누어 살펴본다.

A群: 微分積分學, 線形代數(解析幾何 一部 包含), 常微分方程式, 複素函數論, vector 解析, Fourier 解析 및 Laplace 變換

B群: 統計·確率, 數值解析

C群: 抽象數學, 位相數學

D群: 特殊函數, 偏微分方程式, 積分方程式, 積分變換, 變分法, tensor解析, 差分法

A群의 科目은 標準履修科目으로 看做된다. 從來의 「代數學과 幾何學」에서 線形代數部分만 취급하여 이것을 本來의 線形代數에 統合시키고 微分積分學과 함께 1學年 課程으로 하였다. A群의 나머지 科目은 2,3學年에서 취급될 것이며 약간의 內容을 調整하여 즉 vector 解析의 一部를 微分積分學에서, Fourier 級數와 Laplace 變換을 常微分方程式에서 취급할 수 있으면 A群의 科目을 1,2學年에서 履修 시킬 수 있을 것이다.

B群의 科目은 選擇科目으로 開設하면 좋을것이고 特히 統計·確率は data 處理, 品質管理, 檢定問題, 推計學, OR등에 대한 基礎科目이므로 全 學年間에 適當한 時期에 履修토록 함이 바람직하다. 그리고 數值解析은 EDPS(電子計算運營)와 함께 工學徒에게는 앞으로 必須的인 科目이 될 것으로 생각된다.

C群의 科目도 選擇科目으로 開設하고 그 內容에 있어서 全般的 또는 專門的인 領域보다도 群, 體의 概念과 開集合, 近傍, 位相等 解析學에서 使用되는 用語解說程度로하여 物理學, 工學要求에 의한 새로운 數學分野 研究의 基礎를 이룩하도록 한다. 또 이 群의 科目은 機械言語學, system engineering과 電子計算機의 soft ware의 研究에 基本概念과 研究方法를 주게된다. 두 科目을 별도로 하지 않고 한데 묶어 現代數學으로 하여도 좋다고 본다.

D群의 科目은 原則的으로 大學院 教科課程이므로 學部에서의 科目設定은 無理라고 본다. 그러나 D群의 科目 各部分에서 物理學, 工學에서 바로 活用되는 것을 拔萃하여

이른바 應用數學, 工業數學 또는 專攻學問名을 부쳐 예들들면 電氣數學, 化工數學 등의 科目名으로서 要點 講座를 3, 4學年에 開設할 수 있다.

大學內에 數學科 또는 應用數學科, 電子計算學科가 設置되어 있으면 B, C, D 群의 科目을 理論과 應用에 깊이 있게 履修시킬 수 있다고 본다.

위의 各群 科目에 대한 項目과 그 內容을 作成하여 別表에 실어둔다. 여기서 A 群의 科目은 科目別로 項目과 그 內容을 B, C, D 群의 科目은 項目을 羅列하였으나 이것은 筆者의 見解임을 附言하며 工學 專攻學科의 特性, 教育方向에 따라 內容의 調整이 必要할 것으로 본다.

다음에 工學部 數學教授構成에 있어서 위의 A, C 群 科目 擔當教授는 數學專攻(純粹數學이나 應用數學이나 間에)한 教授면 異議가 없는것이나, B, D 群의 科目 擔當教授 構成은 物理學, 工學理論에 밝은 數學專攻者(예들들어 應用數學 또는 數理工學專攻)가 제일 바람직 하였으나 實際 이런 人的資源이 充分치 못하므로 數學, 物理學, 工學教授가 協力하여 教授하여야 한다고 본다. 경우에 따라서는 D 群 科目에 있어서 物理學 또는 工學教授 중에서 數學에 通達한 教授가 擔當하는 것이 能率的일 수도 있으며 더욱 專攻學問名이 붙은 科目(電氣數學, 化工數學 등)은 該當 專攻學科 教授가 擔當해야 할 것이다.

끝으로 教材에 대해서 생각하면 學部에서 使用할 수 있는 教材 또는 參考書는 國內版도 相當數 있고 歐美日語版 著書에 名著가 많이 있어 教育方向, 教授要目에 따라 適宜 選擇하여 쓸 수 있다. 그러나 理工系學生 數에 比하여 아직 國內著書의 出版이 不足한 點이 많아 外書에 많이 의뢰하고 있는 實情이므로 教育課程 研究와 더불어 適切한 教材, 參考書의 出刊이 要望되는 것이다.

4. 結 言

科學技術의 進展에 따라 이제는 단지 技術計算으로서의 數學이 아니고 그 構成的 意味에서의 數學이 重要視되어 가고 있는 이때 工學系의 數學教育을 보다 充實히 하기 위해서는 數學 基本教育和 工學系 專門教育과의 共通되는 合流點을 어디에 잡느냐 그리고 어떻게 서로 流通되느냐 하는 點에 있다고 본다. 能力있는 學生에 대해서 一部の 工學專攻教授는 이들의 數學教育을 應用에 神經쓰지 말고 數學的 思考를 重視한 教育을 바라고 있는 意見을 가지고 있기도 하다[8].

앞으로 工學系 學科의 數學教育이 점점 넓고 깊은 內容을 要望하고 있으므로 不斷히 教育課程의 研究分析이 이루어져야 한다고 보며 本稿를 마친다.

끝으로 本稿의 作成을 위하여 筆者에게 여러가지 助言과 協助를하여 주신 東京工業大學教授 石原繁博士께 謝意를 表하며 아울러 讀者諸賢의 高見을 듣고자 한다.

別表

工學系 數學 curriculum 案

A群(標準履修科目)

I 微分積分學

1. 極限과 連續
2. 微分法과 그 應用
3. 積分法과 그 應用
4. 無限級數
5. 偏微分法과 그 應用
6. 重積分과 그 應用
- ※7. Riemann 積分과 Lebeque 積分

II 線形代數

1. 行列과 行列式
2. 幾何 vector
3. Vector 空間과 聯立 1次方程式
4. 1次變換과 固有值
5. 2次形式
6. 2次曲線과 2次曲面

III 常微分方程式

1. 1階의 求積法
2. 高階의 求積法
3. 線形微分方程式
4. 冪級數에 의한 解法
- ※5. 基礎定理
6. 近似解法
- ※7. 解의 安定性

IV 複素函數論

1. 複素數과 複素函數
2. 複素積分
3. 有理型函數
4. 無限級數列
5. 等角寫像
- ※6. 解析函數

※7. 調和函數

※8. 函數特論

V Vector 解析

1. vector 計算
- ※2. 空間曲線
3. scalar場과 vector場
4. vector積分
- ※5. 場의 方程式
- ※6. 直交曲線座標
- ※7. tensor場

VI Fourier 解析과 Laplace 變換

1. 直交函數系
2. Fourier級數
3. Fourier積分
4. Laplace變換

B群(選擇科目)

I 統計 確率

1. 確率과 確率變數
2. 條件附 確率과 確率的 獨立
3. 確率分布 函數
4. 標本分布
- ※5. 順序統計量
- ※6. 極限分布
7. 區間推定
8. 點推定
9. 檢定
- ※10. 分散分析

II 數值解析

1. 數值計算法
2. 代數方程式의 數值解法

3. 固有值의 數值計算法
4. 數值積分法
5. 常微分方程式의 數值解法
- ※6. 偏微分方程式의 數值解法
- ※7. 積分方程式의 數值解法

C群(選擇科目)

I 抽象數學

1. 群, 體의 定義와 例
2. 環, 整域의 定義와 例
3. Boole 代數

II 位相數學

1. 集合과 位相
2. 基數
3. 距離와 近傍
4. 被覆定理
5. 連續寫像
6. 位相空間

〈註〉: ※표는 時間형편에 따라 結果만 提示하거나 省略할 수 있음.

D群(應用數學科目)

I 特殊函數

1. Gamma 函數, Beta 函數
2. 線形微分方程式의 級數解

II 偏微分方程式

1. 1階 偏微分方程式
2. 2階 線形偏微分方程式

III 積分方程式

1. 積分方程式의 分類
2. Volterra型 積分方程式
3. Fredholm型 積分方程式

IV 積分變換

V 變分法

1. Euler 方程式
2. 近似解法

VI tensor 解析

VII 差分法

附錄

各國의 數學教育 研究概要

I (美國) CUPM의 數學 curriculum案 [4]

數學 0: 準備 course

- 〃 1: 微分積分學入門
- 〃 2p: 確率論
- 〃 2: 1變數의 微分積分學
- 〃 3: 線形代數學
- 〃 4: 多變數의 微分積分學
- 〃 5: 多變數의 微分積分學 統論
- 〃 6: 代數의 構造

數學 7: 確率論과 統計學

- 〃 8: 數值計算法
- 〃 9: 幾何學
- 〃 10: 應用數學
- 〃 11: 實函數論
- 〃 11~12: 實函數論
- 〃 13: 複函數論

數學專攻 : 1~6 (2p포함), 10~13

物理科學系 : 1~5 (2p포함) 10, 13

生物科學·社會科學系 : 1~4 (2p포함), 7

教育部系 : 1~4 (2p포함), 6, 7, 9

計算機科學系 : 1~4 (2p포함), 6, 8, 11, 13

文科系 最小 course : 1, 2 또는 2p

II. European Student's Record (MATH) [5]

第1 Level (共通)

- | | |
|--------------------|----------------|
| 1. 代數의 基本 | 15. 積分 II |
| 2. 解析幾何, 初等微分幾何 | 16. 微分法 |
| 3. 線形代數 I | 17. 複素(變數)解析函數 |
| 4. 實數, 連續函數, 初等微分學 | 18. 微分幾何 |
| 5. 積分法 | 19. 基礎概念 |
| 6. 級數 | |
| 7. 微分方程式 | |
| 8. 數值解析 | |
| 9. 運動學과 力學 | |
| 10. 確率論入門 | |

第2 Level (應用數學)

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| 11. 集合, 代數 및 代數系 II | 20. 高等代數 |
| 12. 線形代數 II | 21. 複素解析函數 |
| 13. 一般位相 | 22. 高等積分 |
| 14. 函數空間 | 23. 函數空間 |
| | 24. 積分方程式 |
| | 25. 常微分方程式 |
| | 26. 偏微分方程式 |
| | 27. 變分法 |
| | 28. 超函數, Laplace 및 Fourier 變換 |
| | 29. 特殊函數 |

III (日本) 理工系 基礎課程에서의 數學 curriculum [6]

A. 代數·幾何(6單位)

(第1案)

- 第1學期: 線形代數 I
 第2學期: 線形代數 II
 第3學期: 代數學

(第2案)

- | | |
|------|-------------------------------------|
| 第1學期 | } 線形幾何, 實數體·複素數體,
線形代數, affine空間 |
| 第2學期 | |
| 第3學期 | |

B. 解析學(9單位)

(第1案)

- 第1學期: 高校에서의 微積分의 補充

第2學期: R^n 에서의 微積分

第3學期: 數列, 級數, 收斂, 一樣收斂

(第2案)

- 第1學期: 集合, 寫像, 連續寫像, 連續函數
 第2學期: 微積分, 級數
 第3學期: 偏微分, 重積分, 微分方程式,

C. 確率論

- 第1案: 4單位, 2個學期
 第2案: 2單位, 1個學期

D. 計算機

- 第1案: 4單位, 2個學期
 第2案: 2單位, 1個學期

[註] 單位는 學點과 동일함

参 考 文 献

1. Bulletin of American Mathematical Society 46(1940) p.615 The Engineer Grapples with Nonlinear problems (Th. von Kármán)
2. 科学 21. No.8 (1951) 日本岩波書店 p.386 應用數學の新しい動き(今井 功)
3. 東京筑摩書房刊「数理科學の諸問題」(1971) p3 “数理科學の本性”(山内恭彦)
4. 數學セミナー 1971年 1月號, 日本評論社 p48 “CUPMの 數學カリキュラム案”
5. 數學 17(1965) 日本數學會, 岩波書店 p.166 “European Student's Record (MATH)”
6. 數學 18(1966) 日本數學會, “岩波書店 p.110 “大學における數學教育”
7. 数理科學 174 (1977年 12月號) サイエンス社 “現代工學と數學” 特集中 “工學部における數學教育
8. 日本數學教育學會誌 60卷5號 (1978) p.76 “大學における數學教育の現状とその問題點(工科系學部における數學教育を中心として)”