

衛星電波 受信 施設

電波課

衛星 研究 擔當

徐 甲 錫 · 陸 在 林

I. 序 論

電波科學의 應用과 技術의 發展은 오늘날 宇宙時代를 創造하였고 先進諸國은 人工衛星을 利用하여 自然科學, 資源探査, 通信放送, 氣象, 情報, 軍事目的 等 모든 分野에서 實用化 乃至는 그 以上の 尖端技術 開發에 注力 하고 있는 事實을 우리는 지금 実感하고 있는 것이다. 그러나 이 같이 有用한 電波資源의 使用限界는 날이 갈수록 限界에 達하기 때문에 開發側面보다는 有効 利用面을 追求하지 않을수 없게 되었던 것이다. 그러므로 우리나라에서도 宇宙監視 및 衛星電波의 管理 問題가 擡頭되었고 이를 爲하여 當所에서는 1978年度부터 宇宙通信에 關한 基礎調査 및 先進技術을 導入 研究中에 있으며, 또한 國內衛星 實用化를 對備한 技術蓄積을 目的으로, 1984年度부터 一部 施設을 設置, 最小限의 技能을 發揮할 수 있도록 推進中에 있어 그 概要를 여기에 紹介하고자 한다.

II. 衛星電波의 利用現況

앞에서도 言及한바와 같이 通信, 放送, 氣象, 軍事 等の 多用度·多目的으로 広範圍하게 使用되고 있는 人工衛星의 效率의인 運用을 爲하여 人類는

여기에 電波媒體를 使用하게 되었던 것이다. 그러나 또다시 부차적으로 排除할 수 없는 問題는 衛星이 必要로 하는 軌道資源의 有限性으로 先進各國들은 자기나라의 國益을 追求한 나머지 独占化의 可能性이 優越되기 때문에 ITU(International Telecommunications Union) 常設機構인 WARC(World Administration of Radio Conference)를 通하여 世界各國의 面積이나 地形의 與件等を 考慮하여 1977年에 協約으로서 自國의 直接衛星放送을 爲한 周波數 및 衛星 使用 軌道位置等を 다음과 같이 分配割當하게 되었던 것이다. 圖表에서 보는바와 같이 우리나라는 LHCP 偏波에 6個채널을 配定 받았다. 이것은 北韓보다는 한개 채널이 많으나, 日本 보다는 2個 채널이 적은 셈이다. 따라서 周波數 Channel 과 衛星軌道 位置의 不足 現象을 直感할 수 있기 때문에 衛星 制御(House Keeping) 等の 技術을 發展시켜 軌道를 最大限 有効하게 利用方案을 研究하지 않으면 안될 時點에 와있는 것이다. 이러한 追勢에 따라 自國의 電波權益을 保護하고 衛星軌道의 位置 確保策으로 宇宙軌道의 先點有와 既確保된 軌道資源等を 最大한 活用하기 爲하여 衛星通信 技術의 繼續的인 開發과 研究는 物論, 이와 並行하여 宇宙電波에 對한 새로운 監視 및 管理方案이 要求되고 있는 것이다. 따라서 當 研究所에서는 WARC-BS 協

12 GHZ放送衛星 業務用 周波数 割当現況 (WARC-77)

國 名	軌道位置	偏 波	CHANNEL
日 本	110° E	1	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15
韓 國	110° E	2	2, 4, 6, 8, 10, 12
北 韓	110° E	2	14, 16, 18, 20, 22
필 리 핀	90° E	2	16, 18, 20, 22, 24
인 도 네 시 아	104° E	1/2	1, 5, 9, 13 / 3, 7, 11, 15, 19
	80° E	2/2/1	2, 4, 6, 8 / 17, 19, 21, 23 / 18, 20, 22, 24
오 스트 리 아	128° E	2/2/1	4, 8, 12, 16, 20, 24 / 2, 6, 10, 14, 18, 22 / 3, 7, 11, 15, 19, 23
	98° E	2/2/1	3, 7, 11, 15, 19, 23 / 1, 5, 9, 13, 17, 21 / 2, 6, 10, 14, 18, 22
파푸아뉴가니아	110° E	1	2, 6, 10, 14
中 國	92° E	2/1/2	3, 7, 11 / 2, 4, 6 / 1, 5, 9 이외에 12波 12area
	80° E	1/2	15, 19, 23 / 18, 20 / 이외에 9波 9area
	62° E	2/1/1	2, 6, 10, 14 / 1, 5, 9, 13 / 4, 8, 12 / 3, 7, 11 이외에 5波 5area
소 련	140° E	2/1/1	20, 24, 28, 32, 36, 40 / 26, 30, 34, 38 / 22
	110° E	1/1	19, 23, 27, 31, 35, 39 / 25
	74° E	2/2/2	26, 30, 34, 38 / 32 / 28
	44° E	2/1/2/2	20, 24, 28, 32, 36, 40 / 1, 5, 9, 13 / 26, 30 / 12, 16, 이외의 6波 4area
	23° E	2/1/2/2	27, 31, 35, 39 / 4, 8, 12, 16 / 3, 7, 11, 15, 19, 23 / 1, 5, 9, 13, 17, 23 / 이외의 6波 3area

※ 偏 波 : 1 : R. H. C. P
2 : L. H. C. P

定을 繼起로 国内通信, 放送衛星等の 実用化와 関聯되는 誌般事項等を 考慮하여 電波管理 測面에서의 技術開發을 目的으로 基礎研究을 完了하고 衛星電波의 追跡과 受信, 伝播特性等の 研究에 必要한 衛星電波 追跡 受信施設을 設置하여 다음과 같은 研究을 遂行할 計劃이다.

Ⅲ. 研究方向

1. 研究調査 項目

가) 衛星電波伝播 特性

1) 大氣圈 影響:

降雨, 降雪 等에 依한 吸收, 減衰, 回折, 散乱, 偏波特性, 雜音溫度 等에 依한 諸般 受信 Antenna 特性 等の 变化.

2) 電離圈 影響:

Faraday Rotation, Doppler 效果, Scintillation 到來方向 变化等.

3) 電波通路上的 障害物 影響: 地形地物, 建物 等

나) 衛星電波 追跡 및 監視

1) 衛星電波 追跡(自動, 手動, program) 軌道豫測 및 計算.

2) 衛星電波 電界強度 調査.

다) 自動運用.

Computer를 利用, 自動追跡, 受信Level 및 波形分析.

라) 通信方式

1) 通信衛星(FDM, TDM, SCPC) 等の 特性調査.

2) 放送衛星(Video) 等の 特性調査.

3) 기타衛星(Data) 情報 等の 特性調査.

2. 主要衛星 使用 周波数

• 衛星에서 發射하는 主要 Down-Link 使用 周波数帶는 다음과 같다.

主要 使用 D/L 周波数帯

周 波 数	使 用 目 的	使 用 軌 道
20～ 30 MHz	Beacon	軌 道
136～ 138 MHz	Telemetry, Beacon	軌 道
240～ 400 MHz	Telemetry, Beacon 通信 (MARISAT, FLSATCOM)	静 止
400～ 401 MHz	航行, 実験観測衛星	軌 道
468～469 MHz	気象衛星	静 止
800 MHz	國內通信衛星 (MOLNIYA)	軌 道
1,537～1,541 MHz	海事衛星 (MARISAT)	静 止
1,681～1,707 MHz	Telemetry, Beacon(気象衛星)	静 止
2,200～2,300 MHz	Telemetry, Beacon (静止衛星用)	
3,700～4,200 MHz	通信衛星 (國內 INTELSAT)	静 止
5,190～5,765 MHz	通信衛星 (WESTAR, INTELSAT)	静 止
7,250～7,750 MHz	軍事 衛星 (FLATSAT, NATO)	静 止
8,415～8,420 MHz	惑星探査 (VOYAGER - 1, 2)	惑 星
10.95～11.7 MHz	通信衛星 (INTELSAT - V)	静 止
11.3 ～11.8 MHz	実験衛星 (SIRIO)	静 止
11.7 ～12.2 MHz	放送衛星 (BSE, BS-2)	静 止

3. 主要 衛星別 受信 電力

当 研究所에서 受信 可能な 主要衛星 15個에서

發射되는 衛星電波 對한 受信 電力을 計算한 結果
는 다음과 같다.

衛 星	軌 道	仰 角	周 波 数 (GHZ)	受信電力密度 (dBW/m ²)	受 信 電 力 (dBW)
1 NT. IV-AF 8	E 174	24.8	3.95	-171.81	-134.81
MARISAT - 2	E 176.5	23.0	4.195	-184.07	-147.07
MARISAT - 3	E 73	18.1	4.195	-184.04	-147.07
GCSS - I	E 175	24.1	7.25	-196.79	-153.79
GCSS - II	E 60	9.5	7.25	-196.62	-155.62
GCSS - III	E 60	9.5	7.25	-181.27	-140.27
STW - 1	E 125	46.6	4.2	-170.13	-133.13
INSAT - 1	E 74	20.4	4.9	-180.24	-143.24
PALAPA / B - 1	E 108	42.2	3.95	-178.87	-141.87
GALS - 4	W 170	12.0	7.25	-177.28	-136.28
STATIONAR - T	E 99	37.7	0.714	-126.60	-104.60
BSE (BS - 2)	E 110	43.1	11.71	-162.01	-119.00
CSE (CS - 2A)	E 135	45.8	3.95	-185.41	-137.66
GMS (GMS - 2)	E 140	44.5	1.69	-164.00	-134.46
ECS - II	E 145	42.6	31.65	-187.40	-135.54

또한 BSE에 처한 우리나라 全域에 처한 豫想受信強度를 算出한 結果는 다음표와 같다.

SAT. Output Power : 20dBw
Feeder Loss : 1.7dB

Atmospheric Loss : 1.0dB
Total Equivalent : 17.3dB

at : R . R . L .

순번	도시명	위도	경도	EL	DIST (Km)	Tx Ant Gain (dBi)	E.I.R.P. (dBw)	Pr (dBw)	Path Loss(dB)	Earth (dBw/m ²)	Rx	
											(48.925dB) 3.0m ϕ (dB)	(47.322dB) 2.5m ϕ (dB)
1	제주	33.48527	126.53888	47.1833	37262.171	32	49.3	-113.117	205.251	-155.95	-107.02	-108.60
2	목포	34.80694	126.38194	45.9367	37347.054	31	48.3	-114.137	205.271	-156.97	-108.04	-109.63
3	여수	34.74250	127.74694	45.4042	37383.970	33	50.3	-112.145	205.279	-154.97	-106.04	-107.63
4	마산	35.20806	128.25611	44.7197	37431.993	35	52.3	-110.156	205.290	-152.99	-104.06	-105.65
5	부산	35.12389	129.04250	44.4371	37452.005	36	53.3	-109.161	205.295	-151.99	-103.06	-104.65
6	광주	35.16833	126.93333	45.3427	37388.256	31	48.3	-114.146	205.280	-156.98	-108.05	-109.64
7	군산	36.00000	126.72389	44.6309	37440.181	30	47.3	-115.158	205.292	-157.99	-109.06	-110.65
8	전주	35.83167	127.17167	44.5840	37441.592	34	51.3	-111.159	205.293	-153.99	-105.06	-106.65
9	거창	35.68806	127.93306	44.3961	37454.917	33	50.3	-112.162	205.296	-154.99	-106.06	-107.65
10	대구	35.88111	128.62583	43.8990	37490.422	34	51.3	-111.170	205.304	-154.00	-105.06	-106.65
11	경주	35.83167	129.24389	43.6637	37507.339	35	52.3	-110.174	205.302	-153.00	-104.07	-105.65
12	포항	36.03972	129.39889	43.3923	37526.949	35	52.3	-110.178	205.312	-153.01	-104.08	-105.67
13	대전	36.33000	127.45667	43.9706	37485.283	30	47.3	-115.169	205.303	-158.00	-109.07	-110.65
14	김천	36.10889	128.13583	43.8954	37490.675	33	50.3	-112.170	205.304	-155.00	-106.07	-107.65
15	점촌	36.59417	128.22222	43.3834	37527.589	32	49.3	-113.179	205.312	-156.01	-107.08	-108.67
16	안동	36.55944	128.76387	43.1796	37542.388	33	50.3	-112.182	205.316	-155.01	-106.08	-107.67
17	울진	36.98528	129.44444	42.4639	37594.773	34	51.3	-111.194	205.328	-154.02	-105.09	-106.68
18	천안	36.81194	127.17278	43.6115	37511.103	28	45.3	-117.115	205.309	-160.00	-111.07	-112.65
19	수원	37.26722	127.02500	43.2186	37539.552	27	44.3	-118.181	205.315	-161.01	-112.08	-113.67
20	원주	37.34667	127.98750	42.7456	37574.071	30	47.3	-115.189	205.323	-158.02	-109.09	-110.68
21	춘천	37.88111	127.76111	42.3123	37605.962	28	44.3	-118.197	205.331	-161.03	-112.10	-113.69
22	인천	37.48258	126.65417	43.1502	37544.522	26	43.3	-119.183	205.316	-162.01	-113.08	-114.67
23	서울	37.53889	126.99000	42.9617	37558.260	26	43.3	-119.186	205.320	-162.02	-113.09	-114.68

unit : dBw

4. SYSTEM 規模

以上과 같은 研究調査를 爲해서는 다음과 같은 機能을 갖는 最小限의 施設이 要求 되었다. (참조 그림1, 그림2)

一、受信 System :

• 追跡 System

一、Antenna 部, Antenna 구동부, Multi-feed部, Antenna Control 部, Low-Noise Amplifier 部, Autotracking Receiver, Program Control and orbit Computing Process 部.

• 受信 System :

一、Base-Band Receiver 部, Video Receiver 部, 各種 通信方式別 復調部 (AM, PM, FM, BPSK, FSK, QPSK 等) Monitor 部, Recorder 部, A-D Converter 部

• 分析 System

一、Noise Meter 部, data Analysis 部, 變調信號 分析部 및 測定部, 周波數 測定部, 波形觀測部, Level 分析部, Spectrum 分析部.

一、補助 System 部

• data processor system :

一、Computer 部, display 部, Key board 部, disc-drive 部, tape drive 部, printer 部, I/O Interface

• 基準 system

一、standard clock 部, standard signal Generator 部, standard Noise source 部.

一、補助 data 供給 system

• 大氣, 氣象分析 data system

大氣溫度, 濕度, 氣壓, 風向, 風速, 降雨量, 降雨粒子크기, 구름높이 等の 觀測data

• 電離圈 影響分析 data system

一、Solar-Flux, Geomagnetic, Cosmic-ray, Sun-spot, Ionospheric 等の data.

一、System 運用 補助 system :

1) 自動 system 運用 soft-ware package.

2) 自動 system 診斷處理 soft-ware package.

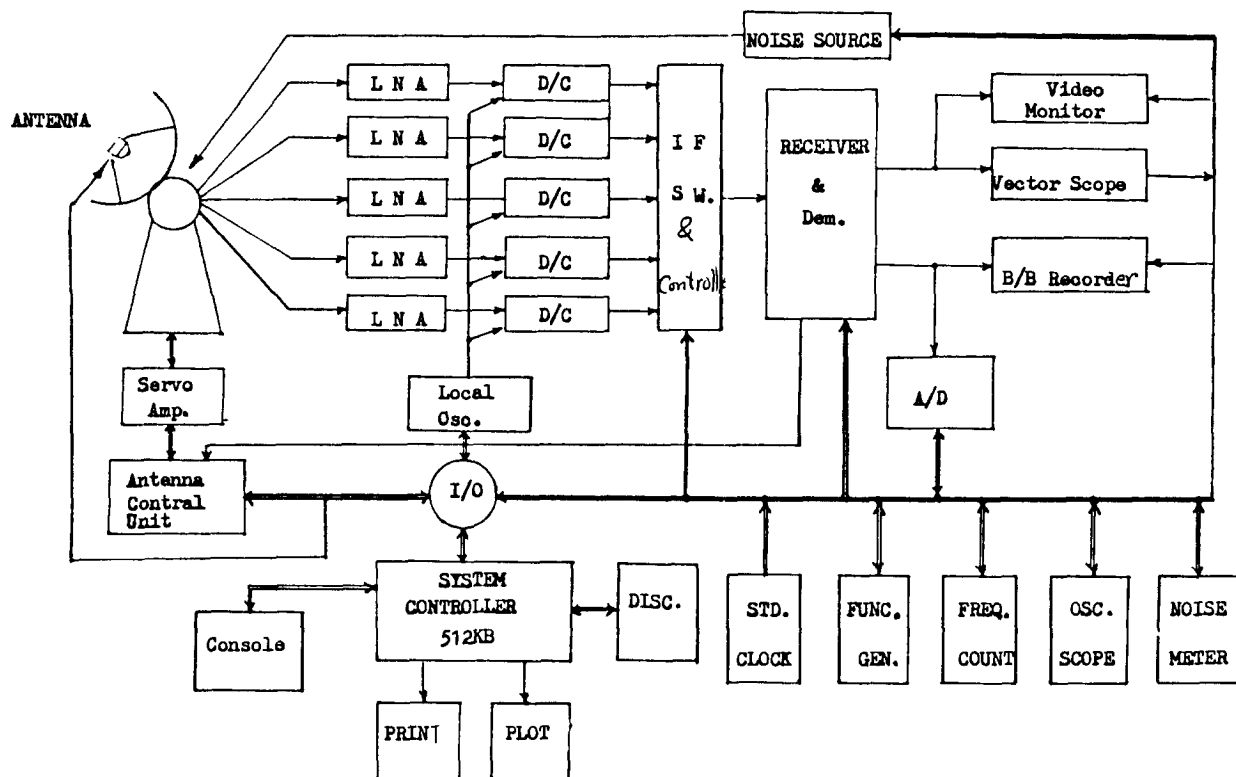
3) 自動 system data 分析 soft-ware package.

4) 自動 data 處理 soft-ware package.

5) 衛星軌道 豫測 및 算出 soft-ware package

5. 受信 system

• 위와 같은 條件을 감안할 境遇 모든 周波數의 受信 追跡 및 最小한 10m ϕ 以上の 受信 Antenna 를 設置함이 바람직하나, 當所 豫算 形便上 5m ϕ 정도 的 Antenna 로 縮小 結定 하였다. 우선 이 Antenna 로서는 INTELSAT-V 우리나라에서 發射豫定인 通信, 放送衛星, MARISAT 그리고 기타 衛星等을 受信研究하기 爲하여 다음과 같은 system을 購買 하기로 하였다.



가) 受信 system

1) Antenna Subsystem

一、Antenna 크기 : 4.5m ϕ 以上

一、受信偏波 : R. H. C. P and L. H. C. P

一、受信 周波數 範圍 :

Band I : 1.5~1.6 GHz (海事衛星)

Band II : 2.1~2.3 GHz (telemetry)

Band III : 3.7~4.2 GHz (通信衛星)

Band IV : 10.95~11.7 GHz (INTELSAT-V)

Band V : 11.7~12.2 GHz (放送衛星)

一、鏡面程度 : 0.6mm (rms) 以下

一、受信效率 : 50% 以上

나) 追跡 및 구동 Sub-system :

- 一、追跡方法 : 自動, program, 手動追跡
- 一、追跡範圍 : AZ : $\pm 360^\circ$ 以上
EL : $0^\circ \sim 90^\circ$ 以上
- 一、運用可能 風速 : 運用 : 100km/h 以上
STOW時 : 150km/h 以上
- 一、追跡 및 指向程度 : $\pm 0.001^\circ$ 以內

다) 受信 Sub-system :

- LNA 및 LNC
- 一、Type : solid-state uncooled GaAs type.
- 一、Gain : 80dB 以上 (LNA + LNC)
- 一、Noise Figure :

Band	L. N. A.
I	0.7dB 以下
II	0.7dB 以下
III	1.1dB 以下
IV	2.5dB 以下
V	2.9dB 以下

라) 追跡 受信機

- 一、受信 周波數 選定 : Synthesized S. G 利用
(基準 周波數는 - 次原器에서 供給)
 - 一、變調特性 : AM, PM, FM, FSK, BPSK.
 - 一、I. F 대역폭 : 30KHz, 50KHz, 0.1~3.5MHz
 - 一、Image 및 Spurious 除去能力 : 60dB 以上
 - video Receiver :
 - 一、Format : NTSC Color/525 line
 - 一、Video Response : 15Hz ~ 4.2MHz
 - 一、Deviation Range : 6~12MHz peak
 - 一、Clamp dispersal Rejection : 40dB 以上
 - 一、D. G and D. P : 2% and $\pm 0.5^\circ$ 以內
 - Video Monitor
 - 一、Picture format : NTSC, PAL and RGB
 - 一、Ruminance Channel : 6MHz
 - 一、Hum Rejection : 50dB 以上
 - 一、CRT Convergence error : 1mm 以內
- 라) System Contral Sub-System :
- 一、CPU : main 512K byte, 28.1M byte with disc storage
 - 一、Transfer Rate : 900 kb/sec
 - 一、利用可能 Bus Line : 11Channel
 - 一、Average Access time : 40ms 以內
 - 一、CRT Control Console

一、Language : Basic, CP/M, FORTRAN-77

一、product tools :

- 1) Disc file Merger
 - 2) Interactive screen editor
 - 3) Interactive debug utility
 - 4) Relocation loader
 - 5) Absolute program loader
- 一、Soft-ware packages :
- 1) Automatic operation system.
 - 2) Measurement and Analysis.
 - 3) Self-testing and diagnostics.
 - 4) Orbital Computing.
 - 5) Fast-Fourier-Transform.
 - 6) Other satisfactory system operation.

마) Test and Measuring sub-syrtem:

- 1) Oscilloscope
- 2) Frequency Counter.
- 3) Noise source.
- 4) Noise Figure Meter.
- 5) Synthesized Signal Generator.
- 6) Printer.
- 7) Plotter.
- 8) Standard Clocks
- 9) A-D Converter
- 10) 기타 : Base-band Recorder.

IV. 結 論

1984年度에 設置되는 衛星電波 受信施設을 応用하여 一段階로 当所에서는 追跡possible한 各種 静止 및 軌道衛星 追跡技術을 確立하고 二段階로 受信 電波 傳播特性을 調査比效 研究하는 한편 이와 關聯된 衛星通信 技術을 國內 電子 産業體에 波及시켜 國產化를 促進시키며 國內 技術을 바탕으로 10m 以上の 衛星電波 受信專用 Antenna의 開發을 誘導하고 現在 設置計劃中인 5m Cassegrain-Antenna 이용으로 本格的인 代 衛星通信 技術 基盤을 構築될 것이다. 이로써 大形 Antenna에 依한 受信能力은 提高될 것이며, 資源衛星으로 부터의 情報入手活用은 우리나라의 發展을 飛躍시킬 것으로 展望되는 것이다. 特히 地理的으로 狹小한 國內與件에 알맞는 衛星電波의 受信 技術開發이 國家的으로 時急히 要請되고 있는만큼 우리는 이에 總力을 傾走하지 않으면 안되리라 生覺한다.